

Annual Report

LIBRARY

JUN 9 1960

FISH & WILDLIFE SERVICE

ANNUAL REPORT

OF THE

JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES

RESEARCH LABORATORY

NO. 5

1959

ND

#5
1959

日本海区水産研究所研究年報

第 5 号

昭和 34 年

日本海区水産研究所

新潟市万代島

JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES

RESEARCH LABORATORY

NIIGATA, JAPAN

昭和34年12月25日 発行
PUBLISHED DECEMBER 25, 1959

編 集 委 員 会

内 橋 潔・加 藤 源 治・野 口 栄三郎
佃 信 夫・西 村 三 郎・深 滝 弘
宮 田 和 夫

編 集 事 務

佃 信 夫・西 村 三 郎・深 滝 弘

目 次

加藤源治：生態面からみたスルメイカ系統群の追跡—I	1
浜部基次・清水虎雄：隠岐におけるスルメイカの「寄り現象」について—II	19
伊東祐方：丹後伊根浦の冬ブリ漁況の長期変動について	29
伊東祐方・笠原昭吾：海流封筒につけられた歯型について	39
西村三郎：海中における卵の浮游状態から考察したマイワシ脊椎骨数の変異の問題	47
西村三郎：1955年春季能登半島近海におけるキウリエソの産卵ならびに卵・仔魚の生態	61
西村三郎：1958年新潟県沿海で漁獲されたマサバの餌料と摂餌生態	77
山中一郎：日本産マイワシと米国カリホルニア産サージンの資源量変動の比較（英文）	89
尾形哲男・大内 明：日本海におけるスケトウダラの標識放流調査	
II. 1959年の調査結果	115
尾形哲男：日本海におけるスケトウダラの Population 構造の解析	
I. 脊椎骨数の変異について	119
小川良徳：魚類の夜間行動に関する研究	
III. 初冬期におけるメダカ游泳層の日週期変化	127
宮田和夫・長沼光亮：日本海における1955～1958年間の海流瓶調査結果について（序報）	133
佃 信夫・野口栄三郎：冷蔵および冷凍中における魚肉の変化	149
山本常治・野口栄三郎：漁獲物の鮮度保持に関する研究	
XIII. 魚肉のアクトミオシン量の変化に及ぼす水浸漬の影響	157
山本常治・野口栄三郎：漁獲物の鮮度保持に関する研究	
XIV. 水浸漬したサバの貯蔵性について	165
山添健一・野口栄三郎：塩干品の鮮度保持におよぼす CTC の効果	171
永原正信・野口栄三郎：1957・58年度における日本海の放射能による汚染調査	177

CONTENTS

KATOH, G.: A few comments on the biological grouping of the common squid derived from its ecological aspect—I. (In Japanese)	1
HAMABE, M. and T. SHIMIZU: Littoral aggregation of the squid at the Oki Islands—II. (In Japanese)	19
ITO, S.: On the long term fluctuations of catch of buri, <i>Seriola quinqueradiata</i> in winter at Ine, Tango district. (In Japanese)	29
ITO, S. and S. KASAHARA: On the teeth-marks found impressed on the recovered polyethylene drift envelopes. (In Japanese)	39
NISHIMURA, S.: A note on the problem of the vertebral number variation in sardine, as considered by the results of studies on the buoyancy of its eggs in the sea. (In Japanese)	47
NISHIMURA, S.: Observations on the spawning and the early life history of the pearlsides in the adjacent waters to Noto peninsula in the Japan Sea. (In Japanese)	61
NISHIMURA, S.: Foods and feeding habit of the pacific mackerel in the coastal waters of Niigata Prefecture, Japan Sea sea' in 1958. (In Japanese)	77
YAMANAKA, I.: Comparative study of the population size of Japanese and California sardines.	89
OGATA, T. and A. OUCHI: Tagging experiments of the alaska pollack in Japan Sea. II. Results of the experiments made in 1959. (In Japanese)	115
OGATA, T.: Population studies of the alaska pollack in the Japan Sea. I. On the variation in the vertebral count. (In Japanese)	119
OGAWA, Y.: Observation on the nocturnal behaviour of fish. III. Diurnal changes of the swimming layer of the Japanese killifish in early winter. (In Japanese)	127
MIYATA, K. and K. NAGANUMA: On the drift-bottle experiments made from august, 1955 to october, 1958 in the sea of Japan. (The primary report) (In Japanese).....	133
TSUKUDA, N. and E. NOGUCHI: Changes in the protein of fish muscle during cold and frozen storages. (In Japanese).....	149
YAMAMOTO, J. and E. NOGUCHI: Studies on the freshness of fish. XIII. On the transformation of actomyosin of the fish muscle immersed in water. (In Japanese)	157
YAMAMOTO, J. and E. NOGUCHI: Studies on the freshness of fish. XIV. On the preservativity of the mackerel (<i>Scomber japonicus</i>) immersed in water. (In Japanese)	165
YAMAZOE, K. and E. NOGUCHI: On the effect of CTC treatment for keeping freshness of the salted and semi-dried fish products. (In Japanese)	171
NAGAHARA, M. and E. NOGUCHI: Radiological survey of the Japan Sea in 1957 and 1958. (In Japanese).....	177

日水研年報, (5) : 1-17, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 1-17, 1959.

生態面からみたスルメイカ系統群の追跡—I.

加 藤 源 治

A Few Comments on the Biological Grouping of the Common Squid Derived from its Ecological Aspect—I.

BY

GENDI KATOH

Abstract

The Japanese common squid, *Ommastrephes sloani pacificus*, is of most economical value and one of fierce animals to many forms of fish living in the sea-shore. There are, however, few reports thereupon as compared with the publications of the other sea resources, and many problems such as breeding, fertilization, growth and so on are left much not to be resolved.

The writer has employed in the research of the squid from the ecological viewpoint and his special attention has been paid to classify the population of the squid found in Japan Sea. In this paper, he intends to explain the sex-ratio and annual-growth, as a result ascertaining the biological grouping of the squid.

スルメイカは周年にわたり大量に漁獲されるわが国のもつとも重要な水産物のひとつであり、最近の日本沿岸における年間漁獲量からみると、イワシ類を凌ぐほどの実績を挙げている。現在までのところ、濫獲の傾向がみられないことと、釣を主体とする零細漁業であることから、1部の特殊研究者以外には、あまり関心が払われていないようであるし、生物学的変動要因としての産卵、成長、生残りといったような事象についても、まだ充分解明されていない面が多い。一方、スルメイカはアジ、サバとともに同次の捕食者であつて、イワシ類をはじめとする各種沿岸魚類の幼稚仔に強大な被害が予想されているのであるが、この種の有用な魚介類相互間の生態系を究明する第1段階としては、まず、スルメイカ自体についての群衆生態が知悉されていなければならない。

日本の沿岸各地で漁獲されるスルメイカには、いくつかの系群が想定されている。筆者はそれらの各系群が、それぞれ独自の発生形態と生態行動をもつであろうという観点に立つて、これが系群を生態学的に追求してみようと考えておるのである。

この一文は昭和27年(1952)以降、現在に到るまでの沿岸資源委託調査と対馬暖流開発調査の一環として集められた資料を中心として多少とも生態的に解釈できる事項を取纏めたものである。日本海各府県への委託調査要綱は雌雄別の外套背長(胴長)、体重、生殖腺熟度、纏卵腺長、睪丸重量、肝臓重量並びに胃内容物についてであるが、ここではとくに成長と性比の問題を中心にして検討している。なお、この報告中に示

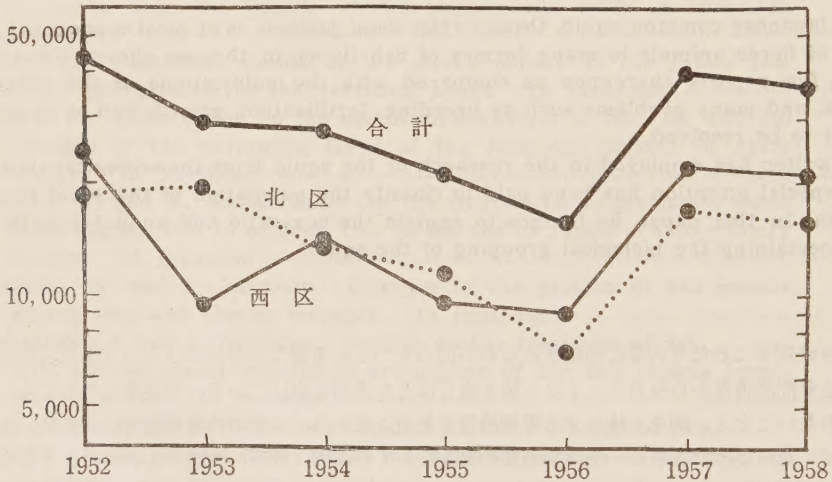
した各種の漁獲統計は昭和27年(1952)から同33年(1958)までのものであつて、主として農林省の海面漁業統計表と各府県統計調査部の水産統計月報から引用した。

以下、本文に入るに先立つて、各種の貴重な資料を参考にさしていただいた日本海沿岸府県水試の担当官各位、北水研函館支所の添田、新谷両技官、長崎大学林教授、日水研下村技官、同浦郷支所の浜部、清水両技官にあつく御礼を申しあげる。また、この報文の御校閲を願つた日水研内橋所長、本文起草中、いろいろと助言をいただいた野口、山中、伊東の各技官、資料の整理と取纏めに格別の労を煩わした笠原技官や阿部睦子嬢らに深謝の言葉をおくるものである。

漁 獲 量

青森県から山口までの日本海沿岸におけるスルメイカの年間の漁獲量は明治時代から昭和20年ごろまで、何度かの増減を示しつつ次第に上昇線を辿り、日本全域のそれと同様に昭和27年(1952)に43,760トンという従来の最高記録を樹立、その後昭和31年(1956)まで若干下降気味であつたが、昭和32年(1957)以降再び上昇傾向を示しながら現在に至っている。

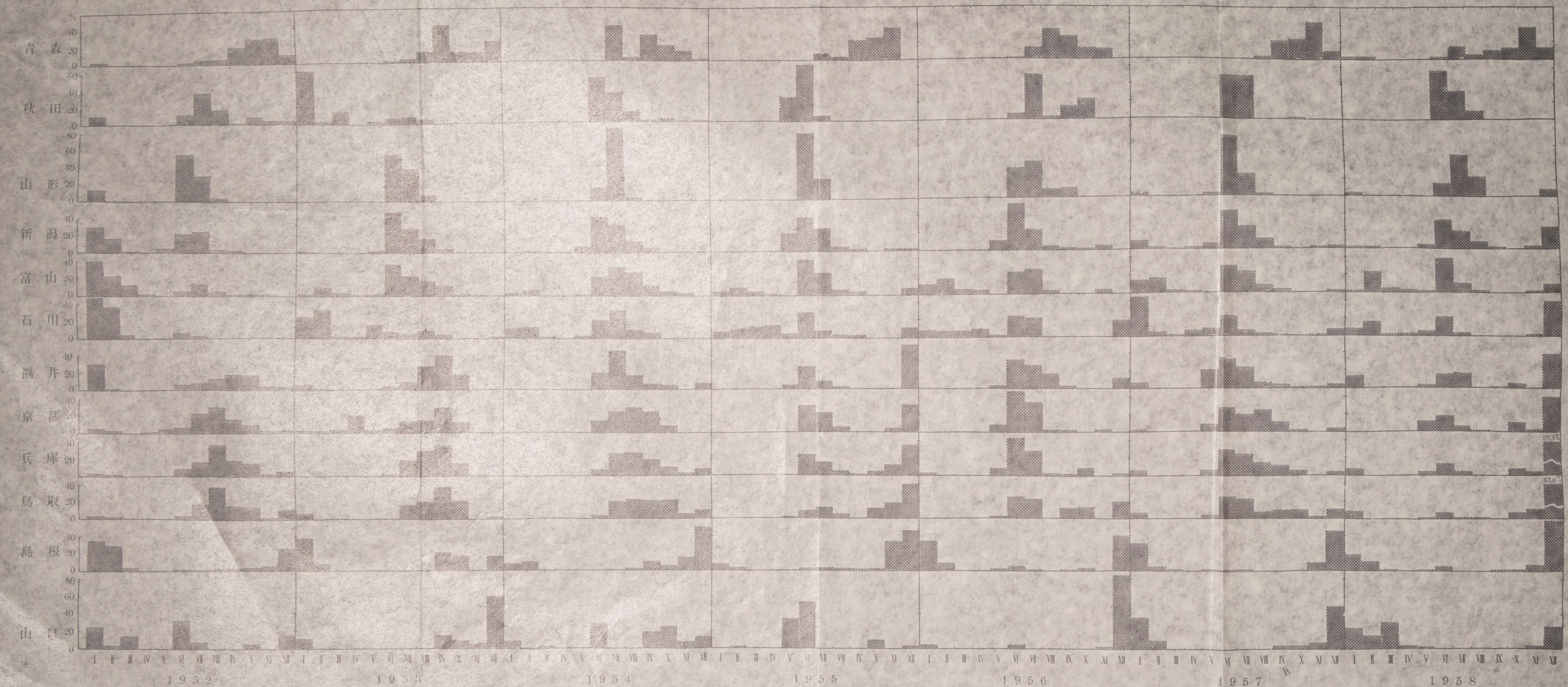
日本全域におけるスルメイカの漁獲量は、北海道南区と太平洋北区でその過半を占め、昭和27年(1952)から同32年(1957)までの結果では67~93%となつている。これに対し、日本海の本州沿岸のスルメイカ漁獲量は6.5~11.1%と僅少である。しかし、新谷(1958)が計算した対馬暖流系内のスルメイカ漁獲量は昭和27年(1952)から同31年(1956)までの平均では57%とのことであるから、日本海沿岸のスルメイカ生産量は太平洋のそれよりも高いとみてよい。これを農林統計によつて日本海の西区と北区にわけてみると、明治37年(1904)から昭和24年(1949)までの45年間では大体西区が多かつたようであるが、最近では第1図や第2表でわかるように北区に多い年が多くみられるようになった。



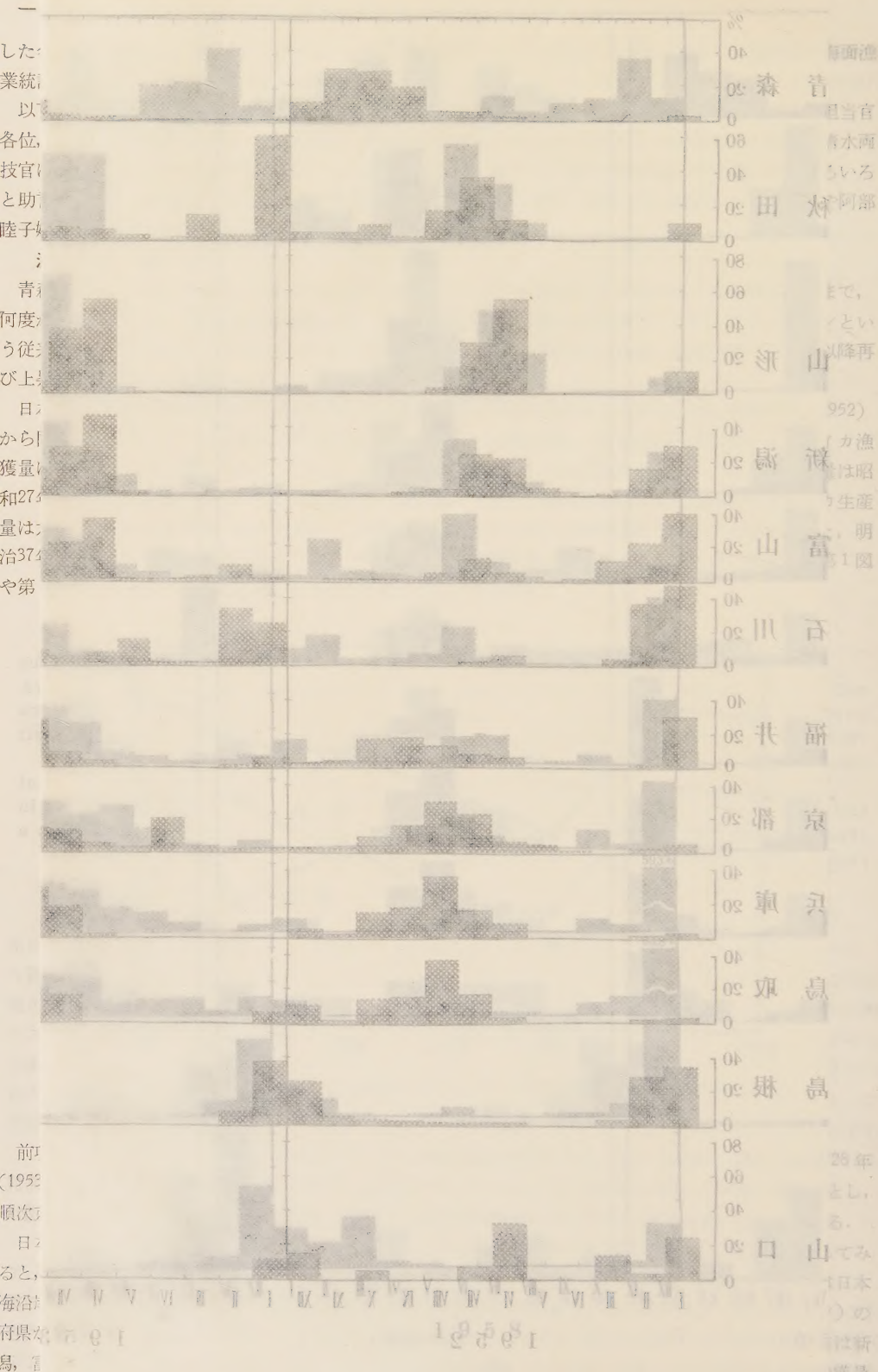
第 1 図 日本海沿岸における最近のスルメイカの年間漁獲量の推移 (単位、トン)

前項でも述べたように、昭和27年(1952)は全国的に最高漁獲をあげた年であるが、西区では翌28年(1953)に最高漁獲量を示し、27年(1952)の105%に達している。これは西区の福井(200%)を最高とし、順次京都(125%)、兵庫(120%)、鳥取(105%)の諸府県が昭和27年(1952)より増加したためである。

日本海の本州沿岸各府県の年間漁獲量を明治37年(1904)から昭和31年(1956)までについて集計してみると、第1表のようになる。この表では日本海沿岸12府県のうち、青森と山口の両県が除いてあるのは日本海沿岸以外の漁獲量が混入していたためである。この表をみると総体的には10~50万メ(40~200トン)の府県が多く、この長期間に100万メ(≒4,000トン)以上のとくに高い年間漁獲量を示した府県としては新潟、富山、兵庫、島根の4県をあげることができ、秋田を筆頭として山形、京都などの府県では年間漁獲量



第2図 最近における日本海沿岸の天気予報と実際の降水



がわずか1万メ（≒40トン）にも及ばなかつた年度がみられることに注意しておこう。

第2表は最近の各府県の年間漁獲量を示したもので、秋田、山形、山口の3県の漁獲量がとくに低く、多獲府県としては北区では新潟、富山、西区では島根、兵庫をあげることができる。

第1表 日本海沿岸各府県の年間漁獲量別出現頻度 (1,000メ=3.75トン)

		10,000メ以下	10,000～ 100,000	100,000～ 500,000	500,000～ 1,000,000	1,000,000以上
秋田	田	17	24	2	—	—
山形	形	3	30	10	—	—
新潟	潟	—	1	22	10	10
富山	山	—	1	29	4	9
石川	川	1	12	23	7	—
福井	井	1	2	38	2	—
京都	都	2	28	13	—	—
兵庫	庫	—	3	31	6	3
島根	取	—	13	25	5	—
岡山	根	—	—	10	21	12

第2表 最近における日本海各府県のスルメイカ年間漁獲量 (単位=トン)

		昭和27年 (1952)	昭和28年 (1953)	昭和29年 (1954)	昭和30年 (1955)	昭和31年 (1956)	昭和32年 (1957)	昭和33年 (1958)
北 区	青森	3,233	2,096	4,511	1,646	1,388	2,464	1,905
	秋田	176	45	15	49	8	90	21
	山形	165	79	188	146	8	405	160
	新潟	6,371	4,215	5,029	2,981	4,069	9,210	13,384
	富山	11,528	2,850	3,821	4,054	2,464	8,160	3,725
	石川	3,686	326	735	1,114	1,234	2,453	2,288
計		24,889	9,611	14,303	9,990	9,169	22,781	21,483
西 区	福井	1,598	3,214	1,823	1,684	1,328	1,560	1,668
	京都	578	724	473	405	409	495	292
	兵庫	5,584	6,668	6,150	3,743	2,186	8,528	4,715
	島根	3,383	3,525	2,494	1,830	1,245	3,049	2,629
	岡山	7,590	5,610	2,700	3,821	1,868	3,960	6,485
	山口	120	53	15	68	11	199	211
計		18,859	19,793	13,654	11,550	7,046	17,790	16,000
合 計		43,743	29,404	27,956	21,540	16,215	40,571	37,483
全 国 合 計		600,870	420,086	398,745	383,419	299,486	364,365	354,225

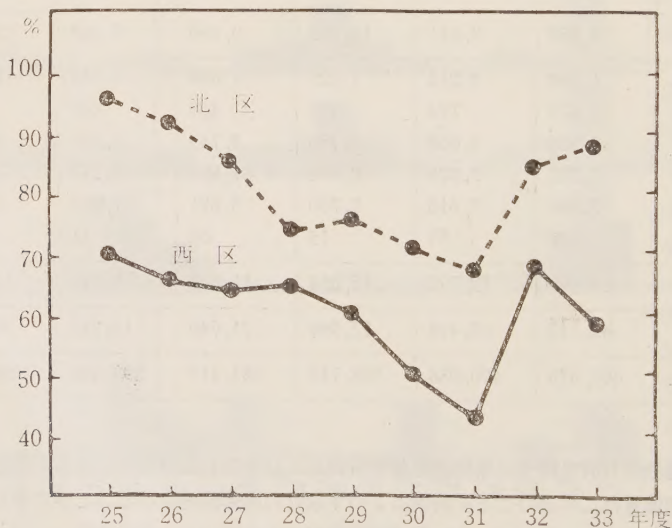
第2図は日本海沿岸12府県地先の年間漁獲量を月別比にして現わしたものである。最近における日本海沿岸各府県の月別漁獲量はこの図のごとく府県によつて独自の漁獲傾向をみる事ができる。しかし、これらの漁獲は富山、石川、京都、島根のように冬期間定置網での漁獲が多い府県を除いては大体において一本釣りによるものであつて、その年間の主漁期は北区では5月から11月、西区ではそれよりやや短く、その最盛期

は7月から9月となっていて、一本釣の稼動回数は北区の方が多く、従つて年間漁獲量も多くなっている。この西区におけるスルメイカの年間漁獲量が北区に比べて少いことのもつとも大きな原因のひとつは、サバ（一本釣、曳釣）、ハマチ（曳釣）のようにスルメイカ以外の漁業対象があるためで、たとえ、沿岸にスルメイカの来游があつたとしても、他の、より有利な魚介を撰択できる環境のためと考えたい。このようなことは、太平洋の中、南部についてもいえる条件のようである。これに対し、北区の零細漁民にとつては他に大きな収入源となるような魚介に恵まれず、スルメイカの本一本釣こそ夏季における唯一の生活上不可欠の生業となるからである。

また、この一本釣によるスルメイカの漁獲は、他水域の場合と同様にイカ類の年間総水揚げの過半を占め、日本海での最近の実績をみると、82.8% (1956) から91.8% (1954) が一本釣に依存しており、90%以上の府県は青森 (99.4%)、兵庫 (96.7%)、山形 (94.2%)、島取 (93.8%)、新潟 (93.2%)、福井 (91.9%) の諸県があり、比較的に一本釣による漁獲の少い府県は京都 (85.4%)、富山 (81.4%)、秋田 (75.9%)、石川 (70.2%)、山口 (66.2%) 及び島根 (52.7%) であつて、これらの諸府県での一本釣による漁獲が少いのは、定置網による漁獲が高いためである。以上のほか、スルメイカの漁獲は底曳網 (1.2~3.2%)、巾着網 (0.9~1.3%) その他の漁業 (0.3~0.9%) にみられている。

なお、昭和30年 (1955) の新潟県地先の場合のように、中毒問題の勃発のために操業を中止した特例をみたことがあるが、新漁法の導入によつて従来の年間における漁獲量の容相がまつたく変つてしまった例がある。すなわち、隠岐の島前においては明治30~40年 (1897~1907) ごろは一本釣漁業を主体として、夏季に最高漁獲をあげ、冬季、秋季、春季という漁獲順位であつたところ、大正12年 (1923) から昭和5年 (1930) にかけて冬季の定置網漁業が出現した結果、同島における最近の漁獲順位は、冬季、秋季、春季、夏季と変化して、最近では夏季にはほとんどみられなくなり、昭和31年 (1956) 以降、冬の定置網の漁獲が多くなっている事実は隠岐周辺に去来するスルメイカ自体に群衆生態的な変化があつたものともみられ、この結果として、同島附近におけるスルメイカの産卵や索餌行動、洄游にも新しい影響が現われているかも知れない。

昭和25年 (1950) から同31年 (1956) までの農林統計をみると、日本海沿岸の水産物総漁獲量に対するイカ類の漁獲量は西区では6.0%、北区では12.3%と、北区が約2倍ほど高い。また、イカ類のうち、スルメイカの占める割合は南部から北部に進むほど高くなり、西区では平均して61.1%で、北区では平均して81.2%、西区ではとくにスルメイカ以外のイカ類、例えばコウイカ、ケンサキイカなどの漁獲が多くなっている。こ



第3図 日本海の北区と西区におけるスルメイカとその他のイカ類との漁獲比

の傾向は全国的であつて、北海道水域では99%がスルメイカであるのに対し、東支那海では33.7%と低い値になっている。また、この値を昭和25年(1950)當時から現在までについてみると、第3区のごとき、北区、西区ともに昭和31年(1956)まで下降しつづけている。この間、昭和27年(1952)は全国的にスルメイカの大漁の年度であつたが、スルメイカ以外のイカ類が昭和31年(1956)まで逐年増加して大漁に漁獲されていることは注目しておかなければならない事実である。

性 比※

日本沿岸のスルメイカの性比については若手県以南の太平洋側の材料についてはほとんどみられず、北海道の南部から日本海を経て東支那海に及ぶ対馬暖流水域の材料について若干の報告がある程度である。しかし、北水研函館支所の報告を除いては、そのいずれもの資料が不十分で、ごく局部的な短期間、採尾数について検討に終つていたので、研究者によつて区々の結論に導かれてゐることも当然として注目されない。すなわち、北海道南部水域のものを挙げてみると、川名(1927~1930)は6月から12月までの資料から各年とも雌の出現が多いとし、諫早(1928~1930)は年によって雌雄同数か、雄の出現が多く、異なっており、吉賀(1928)も同様に雄の出現が多いとしてゐる。また、遠藤(1928)は秋に雌の出現が多く、春・夏季のそれとは逆な現象を呈するとのことであり、添田(1956)は前記4者の結論に導いた資料(1927~1930)を改めて検討したところ、その出現率は5%前後でしかなく、有意差を認めるべきもつてはなく、また、1952年6月から翌年12月までの2漁期間の月別性比を検討した結果から、北海道水域におけるスルメイカの性比はほぼ50%であつて、特別に意識されなければならない出現率は認められないと述べている。

菅谷(1953)は五島から対馬、隠岐、佐渡、中略海峡にわたる各海域の雌雄出現率を検討してゐるが、産卵群の出現する可能性の大きい海域において雄の出現率の小さいことは、交配を完了した雄は雌の産卵に先立つて斃死するためだとしている。

第3表は昭和30年(1955)から同33年(1958)までの4カ年の島根県から青森県までの日本海沿岸で採捕・計測されたスルメイカにつつて、小型(胴長10~19cm)と大型(同20cm~)にわけた年別の雌雄計測尾数であるが、小型のものでは雄が多く、大型では反対に雌が優勢である。このような場合、従来までの取極めとしては大小込みにして考え、この表の合計から♀:♂=53.93:46.07と雌が多くなるが、小型だけ(1928)の比は64.62:53.38と雄が多くなる。諫早も北海道水域でこれと同様な傾向を指摘し、大型では♀:♂=64:36、小型では♀:♂=32:68であつたと報告している。また、北水研の最近の資料から、定置網の漁獲率をみると、小型のスルメイカでは多少とも雄が多いようである。

第3表 日本海沿岸におけるスルメイカの年度別雌雄計測尾数

年 度	胴 長 (cm)					
	10 ~ 19		20 ~		合 計	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
1955	121	56	212	136	333	192
1956	102	140	433	150	535	290
1957	611	740	642	548	1,253	1,288
1958	271	329	322	219	593	548
合 計	1,105	1,265	1,609	1,053	2,714	2,318

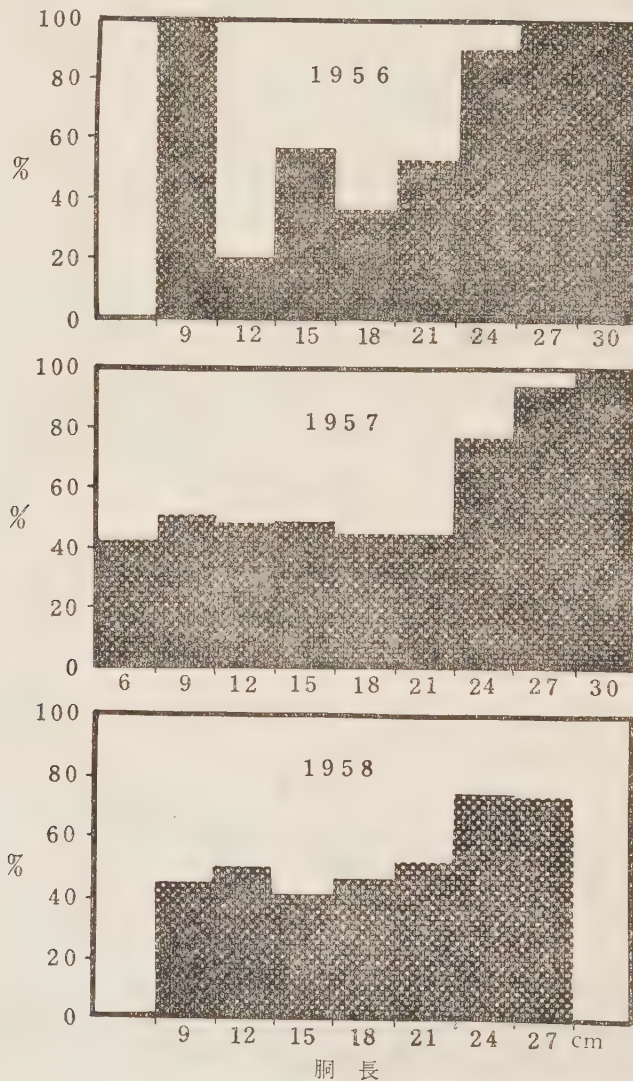
第4図は昭和31年(1956)から3カ年にわたる日本海沿岸の年間におけるスルメイカの胴長別の性比である。この図では調査尾数がまだ少いため若干の不規則な値もみられるが、性比がほぼ50%時の胴長は15~21cmであり、胴長がそれより大きくなると、雌が絶対的に多くなつてゐる。

※ 以下、本文の中で述べている性比とは、♀/♀+♂のことである。

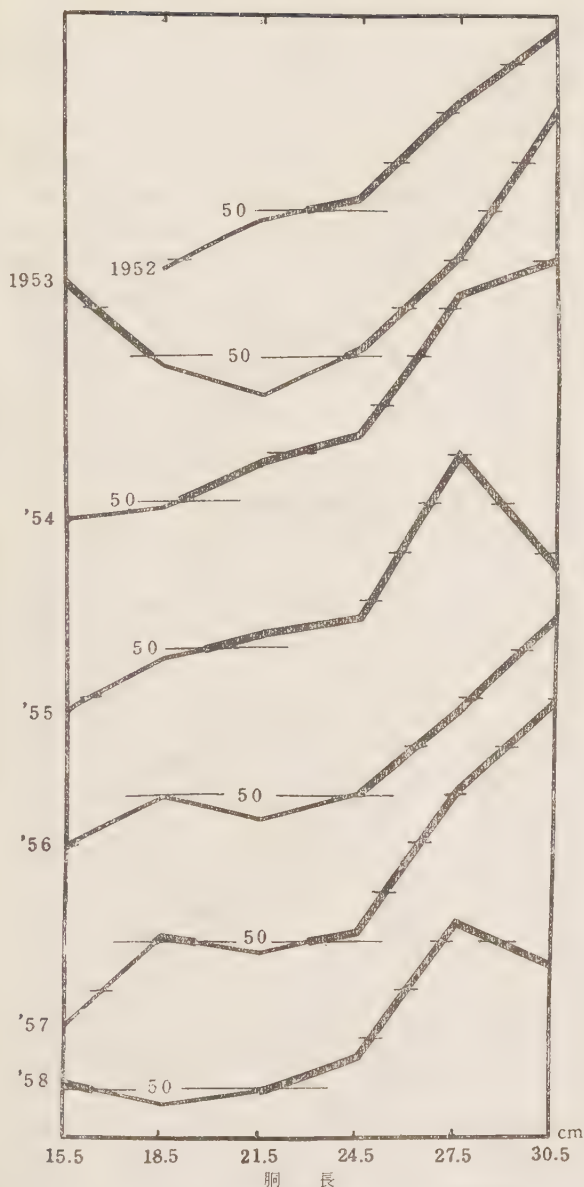
第5図は北水研で計測した資料を基にして作図した。岡中、太線の部分が性比50%以上であつて、各年とも多少の相異があるにしても、日本海沿岸の場合と同様に、胴長18.5~21.5cm以上では雌の出現比が優勢であり、さらに大きくなるに従つて、この値が増大しているのがみられる。

以上の諸項からみて、日本海沿岸では春から初夏までの小型スルメイカが多く獲れる時期では雄が多く、夏から秋にかけての一本釣によるものでは雌が多くなる傾向がある。だから雌雄いずれが多いかということは、時期、水域、魚体の大小、漁具漁法（第5表）などによつても異なるので一概には決められないようである。

第4表は日本の各沿岸水域での総括的な結果であるが、その各々の採捕時期が異なっているので、すべてを同一規格で検討することができないにしても、南部から北部にいくに従つて雌の割合が少くなるような傾向がみられ、また、太平洋と日本海を比較すると、日本海側に雌の出現頻度が高いようである。



第4図 日本海沿岸におけるスルメイカの胴長別雌出現比



第 5 図 津軽海峡におけるスルメイカの
胴長別雌出現比

この図における小型群の性比の不揃いは胴長13cm以下の個体が僅少であつたためであるにしても、これによつて隠岐島におけるスルメイカの性比からみた4季の生態行動の一斑が窺えよう。

日本海沿岸の南部におけるこの冬季に雄が多くなる事実是对馬、五島でもみられ、林 (1957) の報告によると、対馬で50%、五島で48.4%であつて、雌の出現比がいずれも該水域での年間を通じて最小となつてゐる。これは雌雄とも春夏季に新らしく添加される小型群が秋季に成長、平点に達し、専ら以後冬季に雌に交接を行い、早春になつて雌の産卵が開始される頃になると、次第にその水域から退避していくためと考えられる。

対馬と隠岐ではごく短期間ではあるが、毎年秋季にとくに大型のスルメイカの来游があり、現在までの知見からすれば、この大型イカは沿岸のスルメイカとは別の系群であると考えられ、その常棲水域は日本海沖合とみられる。林・飯塚 (1953) によれば、対馬の彼岸イカには雌が圧倒的に多いのが特徴であつて、♀ : ♂ = 5.5 : 1 であるという。隠岐島の秋イカについてはとくに調査されていないが、浜部・清水 (1955) によれば、昭和29年 (1954) から同32年 (1957) までの9~11月の性比は59.2%となつていて、同島における年間の最高値を示している。しかし、石井 (1932) はこの隠岐において大正9年 (1934) から同12年 (1937) までの4カ年間に計1,122尾についての性比を算出しているが、それによれば9~11月には♀ : ♂ = 56.7%と反対に雄が多くなつてゐる。これは過去と現在を比較するだけでは説明がつかない。

第5表は京都府と兵庫県地先の資料から漁具別、胴長別の雌雄の出現尾数を示したものである。両府県とも一本釣りと巾着網では大体同様の胴長組成であるが、定置網と底曳網の場合は前2者と比較して、この組成が著しく異つてゐる。このような僅少な計測尾数から、この水域のこの時期における性比を検討することは多分に危険であるにしても、京都府と兵庫県地先では反対に雌が多く出ている両府県には一応の関心を払つておく必要がある。

スルメイカの採捕が年間を通じ毎月実施されてきた水域は隠岐以外には見当たらないが、その隠岐において昭和25年 (1950) から同33 (1958) までの資料の総合結果から、4季におけるスルメイカの性比の全体的な変化を画いたものが第6図である。こ

第 4 表 各水域における雌雄出現尾数の比較

水 域	調 査 期 間	調査尾数	出 現 比 %		漁具・計測担当
			♂	♀	
五 島 有 川	X~IV, 1950~'57	2,163	43.32	56.68	定 置 長崎大学
対 馬 東 岸	IX~II, 1948~'57	9,164	45.35	54.65	釣 "
隠 岐 浦 郷	I~XII, 1953~'53	4,856	45.63	54.37	定 置 日 水 研
日 本 海 沿 岸	V~X, 1955~'57	3,891	45.49	54.51	釣 各 水 試
津 軽 大 畑	VII~XII, 1950~'54	12,225	47.29	52.71	" 青 森 水 試
渡 島 桧 山	IV~XII, 1952~'57	24,781	49.01	50.99	" 北 水 研
八 戸・気仙沼	VI~XII, 1952~'53	5,299	49.17	50.83	" 東 北 水 研
釧 路 地 球 岬	VIII~XI, 1953~'58	1,812	50.88	49.12	" 北 水 研
礼 文一小 島	VII~XII, 1951~'58	5,003	44.99	55.01	" "

第 5 表 漁具別のスルメイカ雌雄の出現尾数 (1958)

胴 長 (cm)	京 都 府						兵 庫 県					
	巾着網		一本釣		定置網		巾着網		一本釣		底曳網	
	IV ~ VII		V ~ VIII		IV ~ VII		V		V ~ VII		V	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
5 ~ 7	-	-	-	-	23	18	-	-	-	-	17	7
8 ~ 10	-	-	-	-	80	67	-	-	-	-	23	37
11 ~ 13	-	1	-	-	108	98	-	-	-	-	2	2
14 ~ 16	11	18	5	4	43	52	1	1	17	21	-	1
17 ~ 19	27	13	16	8	27	9	13	19	155	124	-	-
20 ~ 22	5	9	21	17	11	19	2	9	82	101	-	-
23 ~ 25	-	-	1	6	-	11	-	-	5	34	-	-
26 ~ 28	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
合 計	43	41	43	36	292	274	21	29	259	230	32	47

いま、この雌の出現比が50%以上になる時の胴長を転位胴長と呼ぶこととすると、同島におけるスルメイカの転位胴長はあとで述べる成長傾向と同様に、春季がもつとも小さく、それから秋まで漸増し、冬季には再び若下の減少をみながら春期に受継がれている。一方、雄の活動は冬季を中心として活発とみられ、夏季に最少であることが理解される。事実、冬季における雄の活発な交接行動は浜部・清水 (1956) による隠岐における“寄りイカ”現象、または年間に出現する雌の最高交接率からも説明することができる。なお、対馬と五島における転位胴長 (cm) は

	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
対 馬	22.1	24.1	25.1	25.2	24.8	24.8	-
五 島	-	25.1	24.6	25.8	23.3	23.3	20.2

となっており、いずれも12月に最大胴長を示し、以後3月まで下降傾向がみられる。

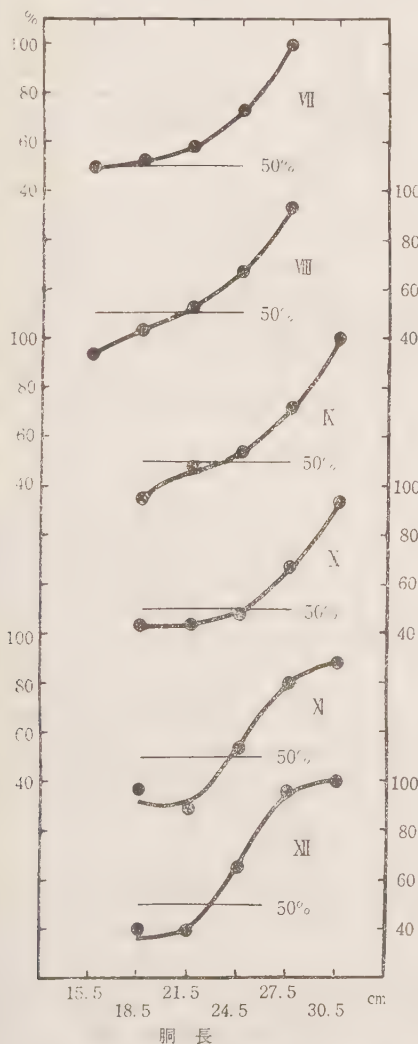
第7図は津軽海峡における7月から12月までの月別性比の変化であつて、北水研 (1950~1958) による資料から求められ、その平均転位胴長 (cm) は

7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
18.2	20.6	22.8	25.2	24.2	22.8

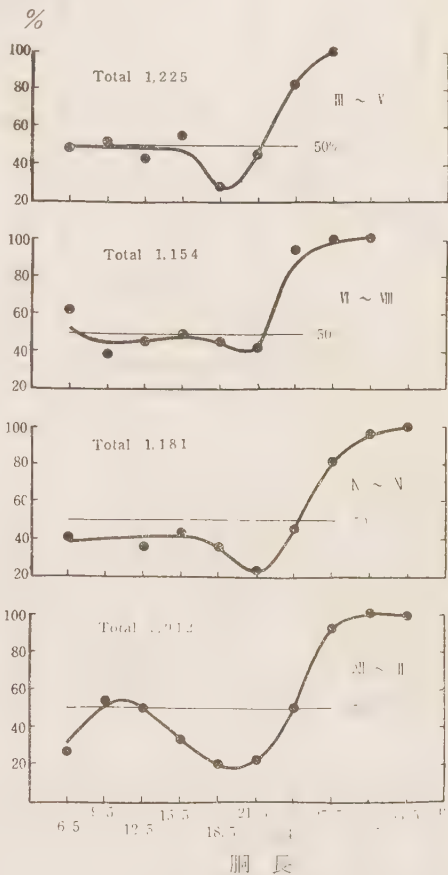
で、次項で述べる成長の場合と同じく、7月から10月までは順次増大しているが、11月から下降傾向になっている。

このように、各水域におけるある時期を境として転位胴長が下降傾向を迎えることは次項の成長と同様、各水域でみられる。

日本海北部から北海道水域の一本釣によるスルメイカの性比については、この冒頭でも触れておいたように、研究者によつて区々の結論に導かれている。この原因のひとつは、ある時期におけるごく短期間の僅少

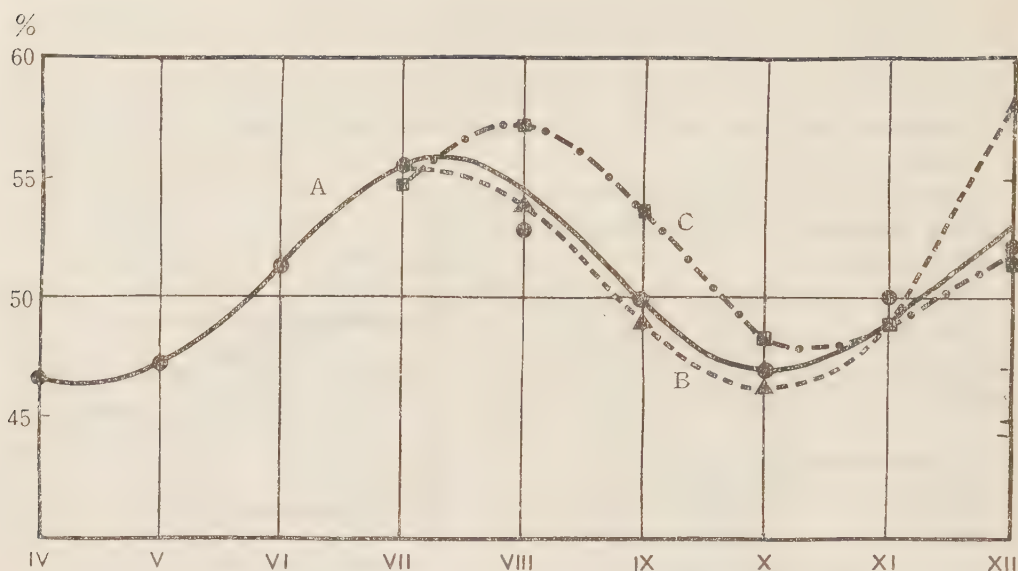


第 7 図 津軽海峡における胴長別性比の変化 (1950~1958)



第 6 図 隠岐における四季の胴長別性別の推移 (1950~1958)

な計測資料によつて検討されたためと考えられるので、性比の動態を巨視的に客観視するためA、北水試(渡島, 桧山 1927~1930), B、北水研(函館, 恵山 1950~1958)及びC、青森水試(大畑, 1950~1954)によつてなされた計測資料を月別に綜合して作図したものが第5図である。この水域での漁期は大体にみて、毎年7月から12月までであるから、この間の測定尾数は多いが、4月から6月までのものは北水試で行つた若干についての平均値である。この図でみると、津軽海峡附近のスルメイカの性比の月別変化は1年に2回の山と谷が想定でき、12~1月ころから7~8月に雌が多くなり、4~5月と10月ごろに雄が多くなつて



第 8 図 津軽海峡におけるスルメイカの月別性比の変化

いる。新谷 (1958) の報告をみても、この傾向がうまく打出されている。4～5月に雄が多いのは小型イカが出現するためと考えられ、10月を中心として雄が多いのは添田 (1956) も述べているように、北海道南部のスルメイカはこの時期に主として交接するためと考えられる。しかし、新谷 (1958) にあるように、昭和2年 (1954)、同30年 (1955) の11月における雌の交接終了率は鰾卵腺長が30mmを越える個体では53%もみられているにもかかわらず、40mm以上の鰾卵腺をもつ雌個体の出現率はわずか1.1%であって、総数に占める1～2月分がそれぞれ1%と較べて格段に低いことから考えると、この水域での交接行動は認められるが、産卵行動の有無については再検討が必要である。

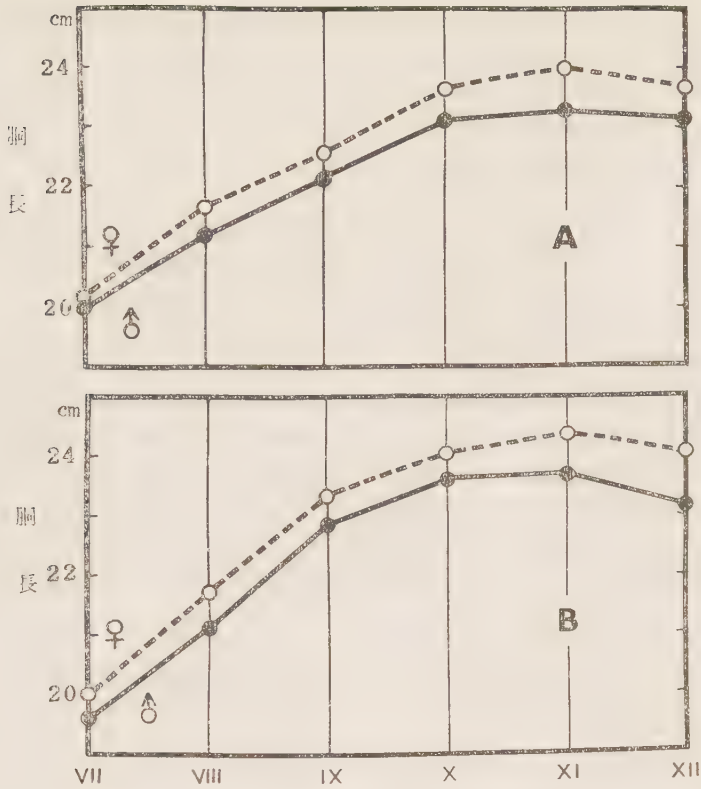
成 長

スルメイカの成長については、胴長を表形質として多くの研究 (川名, 1927～1931; 諫早, 1927～1931; 山口, 1932; 田内, 1941; 本山, 1946; 伊藤1952; 安井・石戸, 1955; 漁部・清水, 1956; 新谷, 1958; その他) があるが、現在までに得られている知見からすると、スルメイカの成長は著しく速くであつて、発生後満1年ほどで成長が完了し、その間にまず雌雄の交接によつて、雌の口球外唇部に精莖が植付けられ、その後にはじめて雌の産卵みをする。よつて、雌は交接後、雌は産卵後に逐時集団的に斃死していくものと考えられる。

スルメイカの成長は一応、田内 (1941) その他の記載のごとく、各時期における胴長または体重組成から求められるが、この場合、計測個体数に比較して組成範囲がひろいのが一般であつて、これは産卵期間が長いとみられることも原因のひとつであろうが、毎回の計測中に異つた組成をもつ別の発生群が混在しているためかも知れない。

スルメイカは日本の各沿岸水域では周年生棲しているとみられるが、隠岐島以外ではいずれもスルメイカ漁業が活発に行われている期間だけの計測が多く、北部水域では5月から12月、対馬や五島では秋の9月から翌年の3月ごろまでの胴長変化が追跡され、日本海本州沿岸の場合は、一部の府県を除き、大体夏季短期間だけの断片的な計測調査に終つている。

第9図は第3式の1部を明示したものであつて、北水研 (函館～恵山, 1952～1958) と青森水試大畑 (1950～1954) によつてなされた津軽海峡附近におけるスルメイカの計測を筆者が整理して作図したもので、雌雄とも7月から10月までの成長は比較的速くであるが、11月を最高として12月には多少減少の傾向が窺われる。同水域における昭和2～5年 (1927～1930) 当時の資料北水試旬報, No. 117) は、いずれも雌

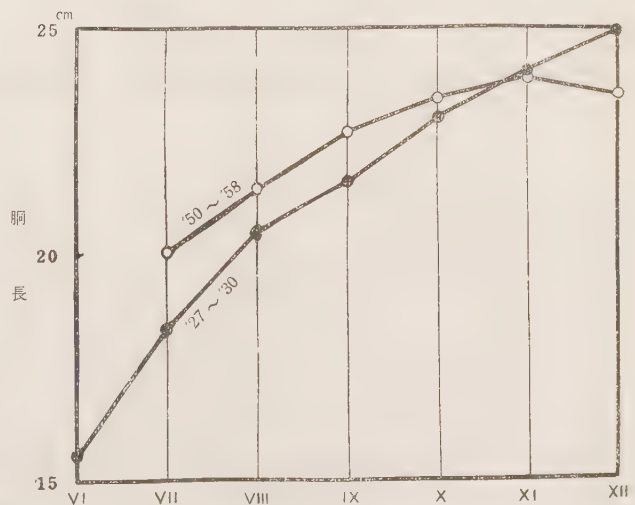


第 9 図 津軽海峡を中心としたスルメイカの成長線を示す

A 青森水試 (1950~1954)

B 北水研 (1952~1953)

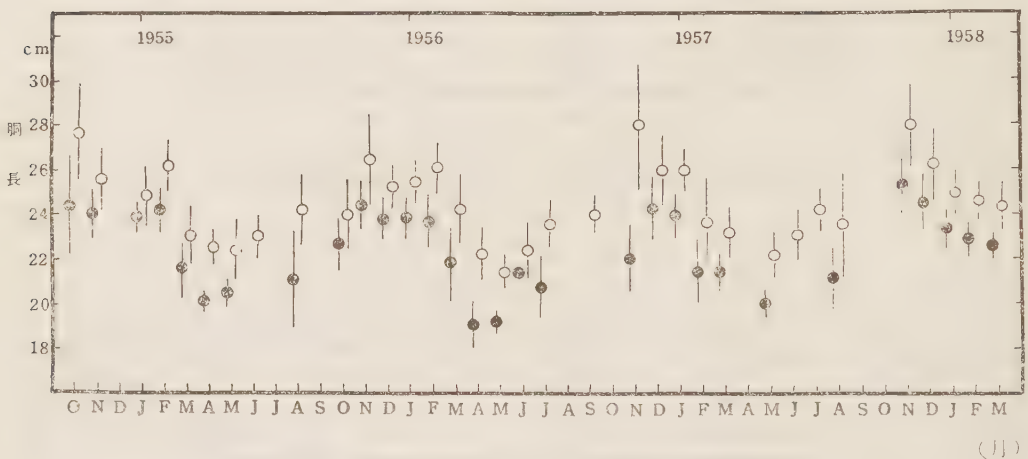
雄別にしてないが、これと第9図Bの雌雄を1本として平均したものとを比較して画いたものが第10図である。この図でわかることは、昭和初期における北海道南部のスルメイカの平均胴長は昭和25~33年(1950~1958)のものより小さく現われていることと、11月を境として下降気味にならず、成長線が上昇し続けていることである。このように、最近における北海道南部のスルメイカの11月ごろからの減少傾向は北水研函館支所でも認めていることで、添田(1956)はこの水域における小型の成熟個体と繆卵腺長の関係から、外套背長に縮小現象があるかどうかは未解決であるとし、新谷(1958)も



第 10 図 津軽海峡附近におけるスルメイカの過去と現在の比較

長崎県五島有川湾の冬イカについて外套背長と鰭卵腺長が逆相関的な様相を呈するとの事実から、添田のいうような外套背長の縮小があるのではないかといつている。この縮小の傾向については安井・石井（1955）も別途に言及しており、その理由として、北部沿岸における秋季はスルメイカの南下洄游の時期にも当るので、游泳力の小さい小型群がおくれて南下してくるためではないかと述べている。一方、新谷（1958）は同じ報文中で“見方によつては異質系群による現象とも考えられる”という設問をしている点には充分考慮を払つておく必要がある。

第11図は隠岐における年間の平均胴長を画いたものである。これは定置網で漁獲された胴長16cm以上のスルメイカについて昭和30年（1955）秋から同33年（1958）春までの毎月の雌雄別の平均胴長を示してある。これを巨視的にみると、一般に雌は雄よりも大きく、毎年の平均胴長の最低値は3月から4月にかけてであつて、最高値は日本海北部水域のものと同様に秋季にみられ、これを連続的に眺めると、雌雄2本の正弦曲線を描いているようである。このような曲線傾向は石井（1932）の報文にある大正9～12年・1934～1937）の資料からも、また、林（1957）の報告にある対馬と五島の計測（第6表）からも同様な傾向がみられることであつて、浜部・清水（1956）も隠岐のスルメイカについて胴長モードの追跡から、隠岐島周辺のスルメイカの成長推定を行つているが、年間同一群が滞留せず、離合集散している事実と勘案すると、これらの資料から異つた発生群を分離できないかぎり、平均値の低下となつて現われるであろう。このように考えると、津軽海峡をふくむ最近の北海道南部水域における11月から12月にかけての平均胴長の縮小も12月以降4月ごろまでの資料が連続的に得られるならば、隠岐海域の場合と同様な下降傾向がみられるものとみられるのである。



第 11 図 隠岐におけるスルメイカの月別平均胴長の推移

これまでの報告によると、スルメイカ雌雄の胴長差については、あまり具体的な例示がなく、一般的にみて、雌の方が幾分大きいことが知られている程度である。しかし、筆者が計算したところによると、常に雌の方が雄よりも大きく、この胴長差は北部で小さく、南部で大きいのである。第6表はこれらの関係を示したもので、津軽海峡を中心とした水域での一釣網による雌雄の胴長率は、いつも0.50cm前後であつたのに対し、東支那海の対馬や五島などの南方水域のそれは1～2.5cmと大きい。隠岐の場合も同様であつて、浜部・清水（1956）によれば、隠岐では胴長10～19cmの幼体期にこのような大きな胴長差が現われるとのことであるが、筆者のみるところでは大型の秋イカの場合にみられている。なお、ここで附記しておきたいことは、津軽海峡附近のものや胴長差は終漁期に近い11月から12月に、南方水域の場合も10月から11月にとくに大きくなつてきていることである。この胴長差がどの程度に系統を表示する meristic なものかどうかかわからないが、津軽海峡を中心としたスルメイカについては新谷（1958）のいう夏イカと秋イカが2個の異つた系群として、また、南方水域の場合は星野（1949）のいうように、対馬における秋イカと冬イカという異つた系群

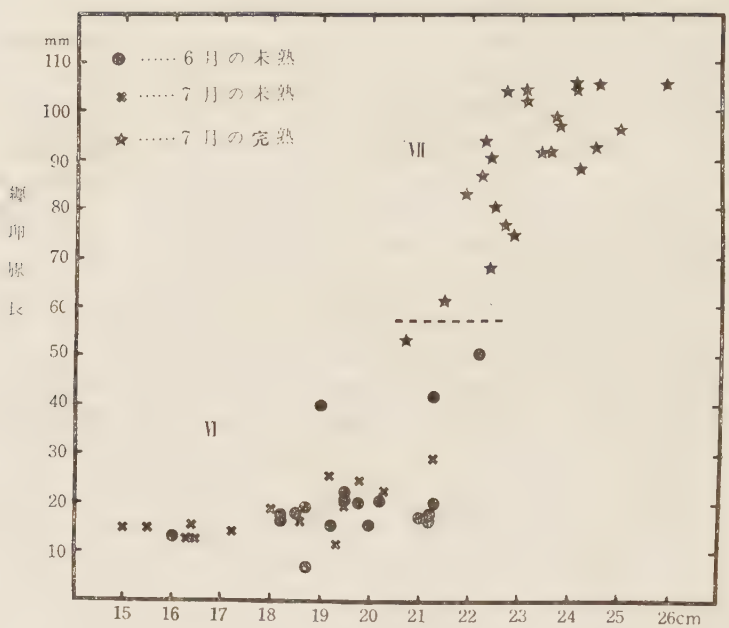
第 6 表 北部及び南部沿岸におけるスルメイカ雌雄の月別平均胴長 (cm)

	♀		♂		胴 長 の 雌 雄 差	摘 要
	調査尾数	胴 長	調査尾数	胴 長		
VII	1,655	20.06±2.06	1,373	19.64±1.99	0.42±0.07	函館一恵山、一本釣 (北水研'52~'58)
VIII	1,429	21.71±1.87	1,235	21.14±1.79	0.57±0.07	
IX	888	23.30±1.99	897	22.82±1.81	0.48±0.09	
X	1,384	24.02±1.99	1,545	23.63±1.77	0.39±0.07	
XI	2,178	24.44±1.59	2,204	23.66±1.58	0.78±0.05	
XII	430	24.08±1.58	308	23.18±1.56	0.90±0.12	
合 計	7,964	—	7,562	—	—	
VII	939	20.22±2.12	774	20.07±1.89	0.15±0.10	津軽海峡、一本釣 (青森水試'50~'54)
VIII	1,615	21.72±2.10	1,211	21.21±1.61	0.51±0.07	
IX	817	22.62±2.24	704	24.14±1.95	0.48±0.11	
X	854	23.76±1.96	906	23.19±1.58	0.57±0.09	
XI	899	24.00±1.57	905	23.25±1.48	0.75±0.07	
XII	1,319	23.79±1.30	1,272	23.19±1.60	0.60±0.06	
合 計	6,443	—	5,772	—	—	
IX	352	24.51±1.98	173	22.74±1.75	1.77±0.17	対馬東岸、一本釣 (長崎大学'48~'57)
X	1,284	26.19±2.42	708	23.85±1.99	2.34±0.10	
XI	719	25.95±2.29	580	23.52±1.85	2.43±0.12	
XII	1,345	24.87±1.90	1,436	23.52±1.53	1.35±0.07	
I	895	24.72±1.74	872	23.55±1.83	1.20±0.07	
II	413	24.69±1.40	387	23.67±1.32	1.02±0.10	
合 計	5,008	—	4,156	—	—	
X	69	26.16±2.40	60	24.06±1.77	2.10±0.37	五島有川、定置その他 (長崎大学'50~'57)
XI	194	26.22±2.44	142	23.85±1.86	2.37±0.74	
XII	232	24.72±1.64	232	23.64±1.47	1.08±0.14	
I	270	24.51±1.56	196	23.19±1.43	1.32±0.14	
II	285	24.27±1.36	233	22.74±1.59	1.53±0.13	
III	176	23.28±2.13	74	21.03±2.39	2.25±0.32	
合 計	1,226	—	937	—	—	

の存在を証する資料となるかも知れない。

なお、新谷 (1958) の報告には昭和28年 (1953) から同32年 (1957) における津軽海峡附近のスルメイカの旬別外套背長と体重の平均値が表示されているが、4月上旬から5月中旬までは大体雄の方が大きい胴長なり、体重であることに注意しておきたい。これは計測尾数の減少などに現われた偏りともみられるが、隠岐における幼稚性についても、このような傾向が現われる点からみて、一本釣に獲られる以前の着令期のものの多数について、さらに計測と検計がなされなければならない。

日本海には南北ともに沿岸と沖合で、それぞれ成長度と生殖腺熟度を異にしたスルメイカの系統がみられる。沿岸群は添田 (1945, 1956) のいう南北二大回遊する系統であつて、夏季に日本海沿岸各地の本釣漁業の対象となるもので、沖合群とは秋季に対馬や隠岐に来遊する巨大イカ群 (星・野森1949; 浜部・清水, 1956; 林, 1957) と夏季、北部日本海沿岸に接岸する成熟群 (加藤, 1957; 新谷, 1958) である。以上の沖合群は同時期の沿岸群に較べ、大型であることと、生殖腺熟度が高いことが特徴である。そして、沖合群の産卵水域も沿岸群と同様に沿岸であつて、孵化後母貝なく、海流に乗つて日本海中を漂流し、その成長期間を沖合で過し、恐らくは索餌内容を異にした結果、大型化していくものと考へられている。

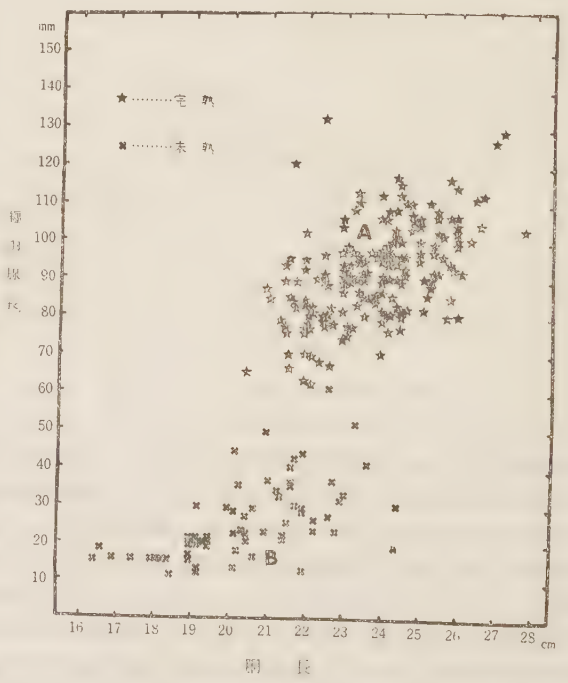


第 12 図 富山産スルメイカの高期における胴長と鰾卵腺長の相関 (1959)

南方水域の秋季の巨大イカについては、すでに前記研究者によつて論述し尽されているので、ここに再び重複させる要もないことと思うので、ここには日本海北部海域の夏季成熟群について若干附言しておこう。この成熟群は毎年夏季7～8月の間、富山湾 (1958) から佐渡海峡 (加藤; 1956) を経て山形県奥村 (1957) までの間でみられている。第12図は富山湾の、第13図は新潟県地先の夏季スルメイカの胴長と鰾卵腺長との関係を示したものである。富山湾の場合、6月には未熟個体 (黒点) のみであったが、7月になると、未熟個体 (×点) とともに完熟個体が突然に得られている。第13図の新潟県地先のものについても未熟と完熟個体を分離してあるので、その各々の平均胴長 (cm) を求めると、

- 未熟個体.....20.63±1.75
- 完熟個体.....23.91±1.43

の値が得られ、この未熟イカが在来沿岸群で、完熟イカは接岸した沖合群とみたいのである。新潟地先のこの夏季成熟群は伊藤 (1952) の報文中にも見られるが、最近の調査結果からみると、年により出現に多少があるようである。



第 13 図 新潟県地先の夏季スルメイカの胴長と鰾卵腺長の相関 (VII&VIII, 1956)

第 7 表 昭和34年夏，山形県最上堆附近で標識放流したスルメイカの
北海道水域での再捕記録（昭和35年2月20日現在）

放流月日	放 流 地 点	再 捕 月 日	経 過 日 数	再 捕 地 点
7.14	最 上 堆	8. 6	23	爾志郡熊石村SW
"	"	7	24	松前郡江良沖 2 哩
"	"	"	"	" " 1 哩
"	"	11	28	奥尻村沖 1 哩
"	"	22	40	矢越岬沖約 2 哩
7.16	"	7.30	14	北桧山町新城沖 1,200m
"	"	8. 5	20	松前郡江良沖 2 哩
"	"	8	23	爾志郡熊石村沖10哩
"	"	10	25	離島小島附近
"	"	22	38	矢越岬沖
"	"	23	39	久遠郡大成村久遠沖 3 哩
"	"	25	41	江差WSW 4 哩
7.17	鎌 礁	7.30	13	爾志郡熊石村沖約 3 哩
"	"	8. 4	18	松前郡江良沖 3 哩
"	"	6	20	桧山郡上ノ国村汐吹
"	"	17	31	久遠郡大成村都沖 2 哩
"	"	"	"	矢越岬 2 哩
"	"	"	"	離島小島海峡中央部
"	"	31	47	奥尻村稲穂沖 3 哩
"	"	9.20	67	奥尻沖 2 哩
7.22	最 上 堆	8. 2	11	桧山郡上ノ国村汐吹沖 5 哩
"	"	5	14	奥尻青苗SE, 3~5哩
"	"	17	26	松前郡江良沖約 2 哩

昭和32年7月に矢放した新潟一青森までの漂流魚“日本海”で獲られたスルメイカの両側体長は1,420尾の調査範囲は17~27cmで19~22cmにモードを有つ正規分布をなしており、その平均胴長は14.4±1.7cmであった。これと同一時期の新潟、山形両県地先のスルメイカ 217 尾については18.7±1.52cmで、この両者間の胴長差は2.76±0.12cmとなり、前者の沖合生とみられる方がひと廻り大きい胴長組成をもつ傾向と考えられる。

斎藤丸による大和堆の資料からも

1956年8月.....24.44±2.20cm

1957年7月.....22.14±1.64cm

の平均値が求められ、この当時の沿岸水域のものより著しく大型である。また、石川水試が調査した大和堆附近から採捕した約 250 尾のスルメイカについて、その平均胴長と平均体重をみると、

1953年6月.....20.30cm; 190 g

" 7月.....24.35cm; 314 g

が得られ、6月には沿岸のものに近い胴長であるが、7月には沿岸のものより大型になっている。

北海道水域でのいわゆるメイカは前記新潟方面にみられる成熟群の1部が北上したものと考えられるが、これについては新谷（1958）が昭和32年（1957）7月、山形県飛鳥で調査した11尾が北上したもので大和堆で再捕した報告をしており、また、昭和34年（1959）7月、山形水試が最上堆で1,307尾、鎌礁で695尾、計2,000尾の標識放流の結果、再捕尾数25尾のうち、2尾が伊達市辺で、他の23尾が第7表に示すように、北海道南部日本海側で再捕をみているのである。添田（1956）、新谷（1958）によれば、北海道水域での成熟個体

は極めて少く、産卵個体は離島周辺か、岬、沿岸のとくに深所から漁獲することができるのとことである。

隠岐における昭和25年(1950)から同31年(1956)までの調査総個体1,392尾中、胴長30cm以上の個体は計55尾で、これらの大型イカの採捕は9月から翌年2月までの期間に限られすべて雌個体のみであつた。また、胴長33cm以上の巨大な個体は第8表に示したように10例が記録されているが、長崎大学の報告をみると、このほかに対馬東岸の一本釣で胴長36~37cm(♀, 12月採捕)と37~38cm(♀, 9月同)の各1尾と、五島有川湾の定置で33~40cm(♀, 11月同)の1尾が記録されている。この表中、石川水試と日水研での採捕分が性別不詳である以外は、すべて雌個体であつた。また、兵庫県津居山沖と大和堆の3例が夏季の6~7月に採捕された以外は、いずれも秋から冬にかけてであつた。胴長33cm以上の個体は、このように僅少であるが、日本海沖合を生棲水域とするらしい、これらの大型スルメイカについては、隠岐をふくむ西南海域のものと、大和堆や北日本水域のものとが、果して同一系統のものかどうかについては、さらに改めて検討されなくてはならない。

第 8 表 スルメイカの胴長33cm以上の記録

採 捕 月 日	性 別	胴 長	体 重	備 考
30, XI, '50	♀ 完	49.3cm	660 g	隠 岐 (浦郷支所)
2, XII	♀ 未	33.3	600	"
4, XII	♀ 未	38.8	540	"
21, XII	♀ 熟	33.5	880	"
21, XII	♀ 未	38.7	830	"
27, VII, '53	?	33.8	520	大 和 堆 (石川水試)
4, XI	♀	33.0	—	恵 山 沖 (北 水 研)
25, XI	♀	33.7	—	古武井沖 (")
16, VI, '56	♀	39.5	—	津居山沖 (兵庫水試)
24, VIII	?	33.0	650	大 和 堆 (日 水 研)

要 約

この報告では日本海沿岸を中心にしたスルメイカの漁獲量、性比、成長の3項目について述べてあるが、これらのうち、性比と成長について次のような知見を得た。

- 1) 性比は水域、時期、漁具漁法などによって相異があるので一概にきめられないが、一般的にみると、小型では雄、大型では雌の出現が多くなる傾向がある。
- 2) 成体のみにしてみると、津軽海峡をふくむ北部水域では秋に、隠岐、対馬、五島などの南部水域では冬に雄が多くなる。これは秋季に北部から南部への洄游に伴う連続した雄の活発な交接行動のためと考えられる。
- 3) 外套背長には雌雄差がみられ、同一発生群とみられるものを比較すると、雌の方が大型であつて、その差は北方に少く南方に多い。また、津軽海峡や五島では秋のみにとくに大きな雌雄差が認められたが、これは系群を類別できる **meristic character** になるかもわからない。
- 4) 南北を問わず、対馬暖流の各水域別にみたスルメイカ平均胴長は冬から春にかけて減少気味になる。これは游泳力の小さい小型群がおくれて到着するためか、異質系群の添加、混合のいずれかと考えられる。
- 5) 日本海のスルメイカには成長度と生殖腺熟度を異にした沿岸群と沖合群がある。しかし、沖合群といつても産卵水域は沿岸であつて、発生後間もなく沖合に運ばれ、その成長期間中、生棲環境や食餌内容を異にした結果、大型化していくものと考えたい。

引用文献

- 諫早隆夫 (1928). するめいか (二番鰯) 調査後命書. 北海道水試 (昭和3年).
- 石井四郎 (1924). 隠岐近海産二番鰯魚漁業基本調査報告. 島根水試.
- 川名 武 (1928). 探海丸するめいか調査概況北海道水試 (昭和3年).
- 伊藤勝千代 (1952). 佐渡両津港におけるスルメイカの測定学的観察. 日水研3周年記念論文集.
- 新谷久男・大槻俊秋 (1956). 北海道日本海沿岸に於ける夏期スルメイカ群の洄游について. 対馬暖流開発調査第4回シンポジウム発表論文.
- 新谷久男・大槻俊秋 (1956). 津軽海域に於けるスルメイカの成熟と産卵について. 対馬暖流開発調査, 第4回シンポジウム発表論文.
- 新谷久男 (1958). スルメイカに関する研究. 対馬暖流開発調査報告書, 第4輯.
- 添田潤助 (1956). スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* (STEENSTRUP) の生活史と繁殖に関する研究. 北水研研究報告, No. 14.
- 浜部基次・清水虎雄 (1955). スルメイカの寄り現象について. 日水研研究年報, No. 6.
- 浜部基次・清水虎雄 (1956). 隠岐浦郷湾近海 スルメイカの産卵後における2・3の考察. 対馬暖流開発調査, 第4回シンポジウム発表論文.
- 星野 遯・森 勇 (1949). スルメイカ標識放流試験. 長崎大学報告.
- 加藤源治 (1957). 日本海区スルメイカ調査に関する報告. 日水研スルメイカ資料, No. 1.
- 林 秀 朗 (1957). 九州海区スルメイカ調査に関する報告. 長崎大学.
- ・飯塚昭二 (1953). スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* の發育初期の稚仔に就いて—I, II. 長崎大学研究報告, No. 1.
- 田内森三郎 (1941). スルメイカの stock について. 日水会誌, Vol. 10, Nos. 1~3.
- 安井達夫・石戸芳男 (1955). スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* の成長度と産卵期に就いて. 東北水研研報, No. 4.
- 北海道水試旬報, No. 116, No. 152.

日水研年報, (5) : 19-27, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 19-27, 1959.

隠岐におけるスルメイカの「寄り現象」について—II.

浜 部 基 次・清 水 虎 雄

Littoral Aggregation of the Squid at the Oki Islands-II.

BY

MOTOTSUGU HAMABE AND TORAO SHIMIZU

Abstract

In winter the squid, *Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP, often aggregate at their inshore niches and rush to the beach. In the waters off the Oki Islands on the Japan Sea, the rushing onto the beach is sometimes so heavy that a great number of the cephalopod are scooped on the beach. In the authors' previous work (1955) the phenomena recurring in Urago Bay of the islands were considered in association with such environmental factors as oceanographical and topographical conditions.

The present attempt is to report the aggregation of squid in Saigo Bay and to interpret the occurrence in the bay from ecological angles on the basis of materials obtained during 1954 to 1959.

In the course of investigations on littoral aggregation of the winter squid, in Urago Bay of the Oki Islands, attention was attracted to similar phenomena on another part of the islands called Saigo Bay. Field surveys of the bay in 1958 showed that the aggregation occurs there also in winter at two innermost points (Figs. 1 and 2). Topographical conditions of the aggregation grounds do not much vary from those of Urago Bay. Although both bays are situated at different islets separated by a narrow channel, the two islets are almost identical in their geographical positions and form a unit of islands.

With regard to the occurrence in Urago Bay, oceanographical and topographical factors were discussed in a previous paper (HAMABE and SHIMIZU, 1955). In the present publication a detailed account will be given on ecological aspects of the phenomena in Urago Bay. Similarity of environments between both bays, Urago and Saigo, seems to make it feasible to explain the squid aggregation in the latter area with the conclusion drawn upon the major factors for the cases in the former: the phenomena take place immediately prior to copulation of the animal at their environmental niches.

It is commonly known that the majority of female squid caught in winter are immature with weight ratio of female organs to body remaining less than 2 per cent. In the summer catch, however, about one half of female shows the ratio at more than 10 per cent. The fact was well reflected in the samples examined, as the weight of female organs was at the lowest level in December. Male organs presented no appreciable

changes in weight from season to season, though they were slightly heavier in November than in the other months. Measurement of liver indicated an increase in weight from spring to winter for both sexes (Table 1).

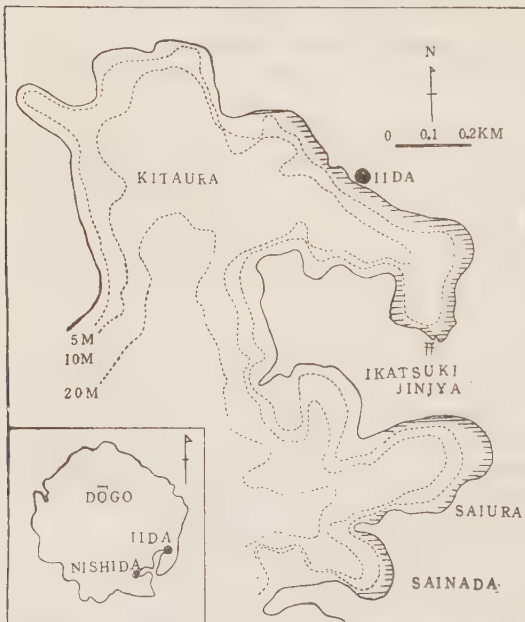
With respect to the weights of body, genital organs and liver, the beaching squid were a little larger than those captured off shore on or about the same day as the aggregation occurred. On the other hand, measurement of the stomach contents revealed that the beaching squid had a lighter stomach than the offshore one (Table 2). Frequency of finding empty stomach in the beaching squid was nearly 80 per cent against 30 per cent for the angled squid and 50 per cent for the netted ones. When the aggregating mollusk rush into the bay in December and January, they could be hardly attracted to baits or fishing light, despite that little or no sardine at all exist then and there as the main food for them. These facts seem to rule out feeding behavior from the major cause of the aggregation.

According to a laboratory experiment, spermatophoric sacs and sperm bulbs removed from a male organ and held in the presence of gastric juice at about 16°C did not dissolve at least for five hours. Therefore, existence of these substances in female's stomach may be helpful in proposing an assumption that these individuals must have copulated a few hours before their being caught. Ratio of female holding the stomach traceable to copulation was greater in winter—especially December and January—than in any other seasons (Tables 3 and 4). Examination by mantle length intervals indicated that the larger the body, the greater the number of apparently copulated female was (Table 5).

In conclusion, one may infer that the littoral aggregation of the winter squid is closely related with copulation and takes place at such ecological niches as favored with oceanographic and topographic conditions. A possible interpretation to be advanced further is that these phenomena likely indicate an excitement of the squid preceding to copulation.

西 郷 湾 の 寄 り

隠岐島浦郷湾では冬季にスルメイカが定置網，一本釣によつて漁獲されるほかに，寄りという自然現象によつて直接陸に飛びあがり，拾いとられる場合がある。前報では浦郷湾のこの寄りの起る環境を中心に詳しく述べたが，これまでの寄りは大



第 1 図 隠岐西郷湾北浦



第 2 図 隠岐西郷湾西浦

体、浦郷湾だけに起つた例であつたが、南千島の国後島や北海道函館でも12月ごろ起つている。島根水試の星島技師の私信(1959)によれば、対馬でも12月ごろに起るとのことである。また、その後の調査によると、隠岐島後の西郷湾でも寄りのあることが明らかになつた。よつて、1958年8月に西郷湾で調査を中心とする地形調査と聴取調査を行つたので、ここにその概略を述べておく。

西郷湾は幅250m、水深40mの狭い湾口から北浦と西浦に分れる(第1図)。北浦は水深25mに及ぶ中央の深みが湾奥に直達し、その北端は東南へ屈曲してイカツキ浜、サイの浦、サイ灘の3湾入を形成する。これに反し、西浦は湾口近くの八尾川が西浦に偏して流出し、水深10m前後の遠浅な砂泥底となり、その西端は西南に屈曲してミラガワと俗称される湾入を形成する。北浦の水色、透明度、植物相に外海との著しい相異は認められなかつたが、西浦は水色10—11の黄褐色に濁つた状態で、両浦は明らかに水質を異にして接触している。

西郷湾の寄りは過去に幾度も経験されており、北浦、西浦のいずれの浦奥にも起つている。これらの湾入の地形は浦郷湾の寄りの地形と大同小異であつて特筆すべきことはない。北浦イカツキ浜の寄りは1955年11月23日21時に4,800尾が神社前で拾われたほか最近まで大寄りはない。なお、伝承として10月—11月にイカツキ浜の北岸に多く寄るイカ群は「來のイカ」といつて西郷近海におけるスルメイカ漁期開始の前兆として一斉に出漁する。12月—1月に南岸に多く寄るイカ群は「去ぬイカ」と称して漁期終了の目安にする慣習がある。一般に西郷湾北浦側の寄りは10月—11月のころに起り、寒中の12月—1月にはほとんど起らないといわれているから、この事情は浦郷湾の場合よりも早く寄りの起る集約的海況が西郷東沿海に現われることによると推察される。

古来の記憶に従えば、北浦の寄りは湾奥の3湾入にはほぼ同時に起るが、そのうちでもとくに最奥のイカツキ浜が回数、尾数ともに多く、1899年サイの浦に2,000尾、1952年2月にイカツキ浜20,000尾、サイ灘に3,000尾の寄りがあつたといわれている。西浦のミラガワの寄りは極めて稀で、近附の住民からもほとんど注意されていないが、1949年11月16日の午前6時に生きたイカ10尾と斃死イカ200尾の寄りがあつたといわれている。この西浦の湾奥には早春のころ水ダコ・マダコが負傷して寄るといわれているが、原因は明らかにすることその真偽も明らかにしていない。

浦郷湾の寄り

前報以後、すなわち、昭和30年(1955)11月以降、昭和33年(1958)12月までの寄りは次のようである。

1955年11月23日	21時	4,800尾	快晴・無風・温暖	西郷湾奥飯田イカツキ神社前
〃 11月29日	20—22時	10尾	快晴・無風・温暖	由良浜
〃 11月30日	22時	100尾	快晴・W・風力2—3	由良浜
〃 12月2日	24時	1尾	薄曇・無風・温暖	由良浜 (3日0時推定10,000尾反転して去る)
〃 12月3日			快晴・無風・温暖	由良浜
	22時	200尾		
	23時	200尾		
〃 12月4日			快晴・無風・温暖	由良浜 (海面鏡のごとし2,888尾の性比は♂1,490, ♀1,390)
	22時	21尾		
	22時	500尾		2回に寄る
	23時	2,000尾		
	24時	5,000尾		
	不明	2,000尾		
〃 12月5日	2時	500尾	快晴・無風・温暖	
〃 12月20日	3時	200尾	快晴・無風・温暖	由良浜 静止イカ150尾
〃 12月29日	22時	600尾	晴・W 風力6・寒冷	由良浜
〃 12月30日	22時	4,000尾	晴・W 風力6・寒冷	由良浜

1956年1月13日	22時	2,000尾	晴・W 風力7・寒冷	由良浜
1957年1月13日	23時	2,000尾	快 晴・無 風	由良浜
〃 11月28日	21時	1,600尾	曇・W 風力6〜7	由良浜
〃 12月7日	1時	600尾	晴・無 風・温 暖	由良浜
〃 12月12日	1時	600尾	曇・W 風力1・温 暖	由良浜
1958年1月9日	2時	2,000尾	晴・W 微 風・温 暖	由良浜
〃 2月5日	不明	400尾	曇〜暖雨	由良浜 (通称ソクイの湾入)
〃 11月25日	23時	15尾	快 晴・温 暖 (月明)	由良浜
〃 11月28日	24時	6 尾	快 晴・無 風・温 暖 (月明)	由良浜
〃 12月2日	24時〜3日1時	6,000尾	快 晴・無 風・温 暖 (月明)	由良浜 3回に寄る
〃 12月7日	23時〜24時	1,000尾	晴・SE 風力1〜2温 暖 (星明)	由良浜
〃 12月9日	22時	64尾	閣曇・NW 風力5〜6・寒冷	由良浜
〃 12月20日	3時	800尾	曇・NW 風力4〜5・寒冷	由良浜
〃 12月29日	23時	800尾	晴・無 風・温 暖 (月明)	由良浜

隠岐島周海では年間を通じてスルメイカの漁獲をみるが、雄は外套長18cm、雌は同20cmで生物学的最小形に達する。いま、便宜上20cm以上の雌雄を成体と考えると、成体の年間出現状態は6月〜7月の夏イカと12月〜1月の冬イカに漁獲の中心がみられるのが一般であつて、冬イカが年間の主たる漁獲対象となる。これらの中に秋イカという1群があるが、これは対馬でいう彼岸イカと同系統のものとみられる。この季節別スルメイカ群の成体について、1955年4月から1956年3月までの測定資料に基いて生殖器官と肝臓の重量の推移及び外套長、性比の関係を検討するため第1表を掲げた。

一般にスルメイカの雌は生殖器官重量 (卵巣と左右輸卵管の合計) が体重の2%以上で輸卵管内にアメ色の卵が認められるが、冬イカの雌は2%以下の未熟個体が全体の%をしめ、アメ色の卵をもつイカは2〜6%の範囲で、産卵できる完熟状態 (10%以上) に達したものはほとんどない。これに対し、夏イカの雌はほとんど全部4〜19%の範囲で、10%以上が全体の%をしめている。夏イカでは輸卵管内はもちろん、卵巣の%位までアメ色の卵で満たされているのが普通である。これらの事情から冬イカの雌の生殖器官重量は年間の最小で、とくに12月にこの傾向が明瞭である。雄の生殖器官重量 (睪丸・輸精管・摂護腺・貯精囊・精莖を含むニードム氏囊・陰茎の合計) は年間を通して体重の3〜10%の範囲で、雌ほど明瞭な季節的重量変化はなく、ほとんど全部が熟しており、秋に大きく11月に年間の最大値が現われ、12月以後漸減していく傾向が看取される。肝臓の重量は雌雄とも生殖器官のそれと逆に変化し、冬イカで大きく、夏イカで小さい。(第1表)

一般に冬イカは雌雄とも夏イカより大型で、冬から夏にかけて小型のイカに置きかわる一方、小型になつ

第 1 表 隠岐島産スルメイカの季節別外套長別生殖器官重量と

性	調査年月	調査測定回数尾数		測定部位	平均重量(g)	外 套 長			別 重
						20 — 21cm	22 — 23cm	24 — 25cm	
♀	IV-VII, '55	24	121	{生殖器官 肝 臓	26.89±11.01 17.54± 6.17	18.92±10.11 13.50± 6.04	27.77±11.64 16.79± 5.83	27.47± 9.89 19.39± 5.96	
	IX-XI, '55	5	144	{生殖器官 肝 臓	13.92± 9.71 35.31±15.95	17.27 14.5	21.43± 7.82 23.21± 9.30	11.16± 9.45 31.57± 9.47	
	XII, '55-III, '56	5	223	{生殖器官 肝 臓	8.39± 6.49 41.13±13.36	2.33 15.50	5.18± 5.01 28.79± 8.43	7.93± 6.05 39.39± 9.26	
♂	IV-VII, '55	24	61	{生殖器官 肝 臓	15.43± 3.95 14.71± 4.14	14.34± 3.75 13.82± 3.95	16.63± 3.58 15.77± 4.23	21.00 17.5	
	IX-XI, '55	5	162	{生殖器官 肝 臓	18.53± 3.33 27.47± 9.66	15.42± 2.14 17.98± 5.46	17.83± 2.60 24.42± 7.43	19.41± 3.10 31.84± 8.33	
	XII, '55-III, '56	5	229	{生殖器官 肝 臓	16.36± 3.19 29.29± 9.62	11.25± 2.13 19.67± 4.48	16.05± 2.66 28.21± 9.27	18.39± 2.15 33.88± 3.74	

ていく雌イカ（外套長22cm～23cm）に生殖器官の重量増大が強く起つてくる。冬イカは雄が多いようであるが、夏イカの雄は雌の $\frac{1}{2}$ に減少している。これらを総合すると、隠岐島の冬イカは寄りの起る直前には雌雄とも性的にも体力的にも充実し切った産卵初期の状態にあり、夏イカは産卵盛期の状態にあることを意味するものと考えられる。

また、1954～'60年の間、隠岐島浦郷湾の定置網でとれた冬イカについて、輸卵管にアメ色の熟卵のあるものを熟、熟卵で輸卵管がピンポン球以上に膨張し、卵巣にも熟卵のあるものを完熟として、それらの出現状態を検査したところ次の結果をえた。Aは調査回数Bは調査総尾数、Cは熟卵保持個体数、Dは完熟卵保持個体数である。

	11 月				12 月				1 月				2 月				3 月			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1954～'55	1	68	14	2	1	139	21	0	1	38	7	0	1	36	9	0	1	26	1	0
1955～'56	5	202	63	13	8	299	61	1	3	130	84	3	3	117	30	0	1	55	3	0
1956～'57	1	28	7	13	2	124	20	9	2	178	16	0	1	84	11	0	1	25	2	0
1957～'58	2	214	58	0	4	387	96	0	5	491	106	0	7	525	118	0	—	—	—	—
1958～'59	—	—	—	—	—	—	—	—	23	2,070	425	36	6	551	156	41	—	—	—	—
1959～'60	1	19	7	3	16	1,420	141	38	7	639	149	12	—	—	—	—	—	—	—	—
計	10	531	149	31	31	2,369	339	48	41	3,546	787	51	18	1,313	324	41	3	106	6	0

これによつてみると、隠岐島の冬イカは初期産卵群であるが、検査の都度熟度が断絶して相互に関連がなく、別に報告する予定の標識放流調査の結果では同一イカ群の滞泳が極めて短期間なことをあわせ考えると、定着的な群団が長期に滞泳して、そのまま大きな産卵群に発達することなく、大部分は熟度の進展とともに順次隠岐島と接触を断ち、隣接する沖合遡剛または他海域に移動し去るものとみられる。

一方、この時期（10～1月）の稚仔は、島根半島と隠岐島の中間にある沖ノ瀬、知夫島、波加島周辺のオオクレ瀬などの顕著な礁を控えた小区域に集中的に浮上するが、春夏期（3～6月）に浮上するものと比較してその量は小さくなく、その出現状態も短期かつ散発的であつて、浦郷湾内では定置網に痕跡的に認められるにすぎない。これらの稚仔はこの時期の典型的な産卵群である秋イカとその残留群（後続群）及び冬イカのうちの熟度の進んだ一部によつて産み落されたものであろうが、いづれにしても冬イカが隠岐島周海で大きな産卵を行つているとみられる事実はない。

肝臓重量	
量 (g)	
26 — 27cm	28 — 29cm
34.82 21.1	
11.92±8.53 42.61±13.88	15.29±11.44 57.89±20.96
10.32±6.78 48.62±13.19	17.35 54.21
24.06 39.81	
16.83 32.50	

冬イカはすでに述べたように、寄り、定置網、一本釣の3漁法で漁獲され、漁場は浦郷湾奥、湾内沿岸、外海沖合の別が認められるので、寄りの起る前後の資料によつてこれらを比較検討した。この資料は1954年と'55年の2カ年間の11月と12月に漁獲されたもののみにつき、寄りと同じ日か近い日のものを用い、形質の比較は第2表に示してあるが、傾向として寄りイカは雌雄とも大型であるようにみえる。

これらの胃重量（胃と内容物の合計）では寄りイカが最小を示し、392尾中77%の201尾が空胃であるが、定置イカと一本釣イカではそれぞれ249尾中29%の73尾と160尾中51%の81尾が空胃であつて、寄りイカの場合にとくに空胃例が多く認められた。このことから考えると、寄り現象は索餌のために起るとは思われないことである。

これに反し、定置イカでは胃重量が大きく、空胃は少い。これは定置

第 2 表 隠岐島産スルメイカの漁法別にみた形質の比較 (XI, XII, 1954~'55)

漁 法 別		寄 り イ カ	定 置 イ カ	一 本 釣 イ カ
比 較 項 目				
外 套	長 (cm) { 雌	24.87 ± 1.68	25.60 ± 1.56	25.41 ± 1.45
	雄	24.05 ± 0.98	23.90 ± 1.12	23.61 ± 0.93
体	重 (g) { 雌	348.13 ± 99.08	323.51 ± 79.69	315.25 ± 65.89
	雄	279.05 ± 43.15	263.18 ± 39.99	252.00 ± 36.33
生 殖 器 官 重 量 (g) {	雌	7.40 ± 7.28	6.40 ± 4.05	5.47 ± 3.87
	雄	16.42 ± 2.94	16.16 ± 2.59	16.16 ± 3.01
肝 臓 重 量 (g) {	雌	38.67 ± 15.42	35.36 ± 12.84	30.00 ± 10.34
	雄	27.77 ± 9.93	24.96 ± 9.76	20.88 ± 6.35
胃 重 量 (g)		3.51 ± 1.82	5.05 ± 3.52	4.34 ± 3.11
性 比		171♀ : 221♂	117♀ : 132♂	80♀ : 80♂

網という環境での食餌状態と揚網時に激発される「見掛けの共食い」によるもので、海洋においても定置イカと同様の摂餌状態であるとはみられない。この点に関して筆者らは前報で「冬季における隠岐島のスルメイカ群は索餌を目的として浦郷湾内に進入する」と述べたが、その後の観察によれば、湾内進入群は餌つき、灯つきが極めて不良であるほか、進入初期の10, 11月湾内に滞留していたイワシ群が、圧倒的な主群に変わる12・1月には姿を消し、その後、3月まで餌料の乏しい湾内に進入を繰り返す点などから考えて、冬イカの湾内進入は索餌と関連の少い群行動とみなされる。従つて、時に索餌に関連づけられる1950年の例のような場合があるにしても、一般には索餌を目的とするものであるとは断定できない。以上のように寄りの起る時期の冬イカを検討すると寄り現象は食との関連が少く、性に関連のある現象のようにみられる。性との関連のうち、まず、産卵について検討すると、これまで述べてきたように冬イカは初期産卵群ではあるが、雌の卵は熟卵をもたない未熟個体であつて、群としては大きな産卵を行なわず、寄りを起すイカも第2表に示すように他の漁法のものよりやや熟度が高いと認められる程度であつて、特別に熟度の高い雌が群集しているというわけではない。これに反し大きな産卵を行う高熟度の夏イカに寄りがまつたく起らない事実からして産卵には直接の関連がないと認められる。

また、後述するように特異な繁殖習性をもつスルメイカでは交接と産卵が同時に行われず、交接からある日数を経過した完熟雌が単独で産卵することが知られ、産卵を目的とする進入や寄りならば雄の存在を必要としない(添田, 1952)などからみて、常に雌雄相伴い、雄が多いと認められる寄りイカは産卵よりも交接に重点を置く交接群ではたいはと考へられる。

1955年11月20日午前3時から夜明けまでに約200尾の寄りイカが由良浜にあつた。夜が明けて、同地先の水深150cmの藁場にスルメイカ群が静止しているのを発見し、小舟で現場に入り、12時までその状態をくりかえし観察し、ヤスで突取つて解剖観察に供した。この静止イカは附近の漁民が約100尾と筆者らが50尾(雌33尾、雌17尾)を漁獲したのみで、その後この種のものは得られていない。これらのイカは、雄の胃内容は空胃29尾(90%)、乳白色粘液2尾、スルメイカ1尾、腐植質1尾で特別の所見はないが、雌の胃内容は空胃3尾、乳白色粘液2尾、スルメイカ1尾のほかに、明らかに交接したことを思わせる精英空鞘と精虫嚢を含む11尾(64%)が発見された。これらの交接に関係のある物質が雌に選択的に摂取されていたことは、この時までには交接が行われたことを直接証明するものであつて、口球外唇に植えつけられた新鮮な精虫嚢と表裏一体となつた、いわば交接の痕跡とみなされる。胃内から抽出したこれらの精英空鞘はほとんど原形に近く、その摂取は普通の食餌と異つた様態で行われたと考えられる。また、精虫嚢には溶解して牛乳状の白濁液となつたものも認められたが、その精虫の活性については明らかにしていない。

雌イカの口球外唇に植えつけられた精虫嚢は新鮮で、精英空鞘の蔓状延長部と接続していた部分の断端は細長く延長し、柔軟に屈曲して、古い精虫嚢の単純で直線的な形態と明らかに異つている。

以上によつて雌イカの胃中に発見された精英空鞘と精虫嚢は口球の精虫嚢のほかに認められる一種の交接の痕跡と判断され、1955年12月20日の静止イカ群は交接群であつたと思われる。

スルメイカのニューダム氏嚢から取出した数十本の精英を胃液とともに試験管に入れ11℃前後の室温に放置すると、10時間目に一齊かつ完全に溶解する。また、精英を発射させて空鞘と精虫嚢に分け、同様に放置すると、16℃前後で空鞘は5時間目に、精虫嚢は12時間～19時間で徐々に溶解する。こゝから推して、イカの胃内にある交接痕跡は上述よりも短時間に溶解すると思われるので、1956年から'59年まで浦郷湾のイカに置網でとれたイカを用いて漁獲後5時間以内に交接痕跡の保有状態を検査し第3表の結果を得た。これによると、秋・冬は平均して30～40%の雌の胃中に交接痕跡が保有され、時に70%前後に達し、12月～1月が多い。また、年間を通して交接痕跡の消長をみると第4表のように春・夏に多く、秋・冬に多く、第5表と同様12月～1月に多く、個体別では大きいイカほど痕跡保有尾数が多い(第5表)。

そのほか、1956年4月から1959年3月の間に検査した交接痕跡保有雌1,525尾の痕跡種類別内訳は精英空鞘のみと精英空鞘の多いものの合計1,321尾、精虫嚢のみと精虫嚢の多いものの合計415尾、空鞘と精虫嚢の同数のもの89尾で、精英空鞘の保有尾数が多い。また、個体別の保有数は精英空鞘は1～10本が全体の56%、精虫嚢は1～10個が全体の85%をしめ、やはり溶解の早い精英空鞘が多く出現する。この調査での保有数の最大は空鞘138本(精虫嚢54個)、精虫嚢58個(空鞘121本)であつた。以上のように交接痕跡に精英空鞘が多いことは精虫嚢が口球外唇に植えられていることを意味すると推察される。これらのことから隠岐島近海の冬イカは深淺遠近移動をくりかえしつつ、群団内で大規模に継続的な交接活動を行っているものと判断される。

このように考えると、冬イカにみられる寄り現象は交接と深い関連があり、交接の前駆的行動のように解釈される。

最後に附言すべきことは、ヤリイカ(*Loligo pealii*)について DREW (1911) が指摘したように、スルメ

第 3 表 浦郷湾定置網イカの交接痕跡保有数

	XI			XII			I			II			III		
	調査回数	調査尾数	保有尾数	調査回数	調査尾数	保有尾数	調査回数	調査尾数	保有尾数	調査回数	調査尾数	保有尾数	調査回数	調査尾数	保有尾数
1956～'57	6	28	7	22	123	64	16	178	48	—	—	—	—	—	—
1957～'58	3	177	33	5	387	98	7	491	207	7	575	158	3	273	39
1959	—	—	—	—	—	—	19	1,767	817	5	500	174	—	—	—
合 計	9	205	40	27	510	162	42	2,436	1,072	12	1,075	332	3	273	39

第 4 表 1955～'59年浦郷湾定置資料(定置、一本釣、寄り、巾着)による月別交接痕跡保有尾数

年	月	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
1955～'56	調査尾数	—	—	—	—	—	—	—	—	117	130	117	55
	保有尾数	—	—	—	—	—	—	—	—	32	59	15	3
1956～'57	調査尾数	10	9	8	13	—	11	—	28	123	178	84	25
	保有尾数	1	0	0	0	—	0	—	7	64	48	16	0
1957～'58	調査尾数	1	9	40	20	21	—	1	230	394	491	525	273
	保有尾数	0	0	0	0	0	—	0	42	103	207	154	39
1958～'59	調査尾数	1	12	40	—	—	2	30	—	—	2,198	555	51
	保有尾数	0	0	1	—	—	1	13	—	—	231	184	11
合 計	調査尾数	12	30	88	33	21	13	31	255	634	2,997	1,281	404
	保有尾数	1	0	1	0	0	1	13	49	199	1,248	369	53

第 5 表 1956～'58年の測定資料（定置，一本釣，寄り，巾着）による雌イカの
外套長別交接痕跡保有尾数

調査年月		外 套 長 (cm)																合 計	
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33				
IX,	'56	{調 保	査 有	尾 数	1 0	1 0	2 1	3 1	14 5	20 10	36 15	18 8	7 6	7 6	6 4	3 3	4 4	1 1	123 64
I,	'57	{調 保	査 有	尾 数	-	-	-	6 1	31 6	71 18	50 13	14 7	5 3	1 0	-	-	-	-	178 48
XI,	'57	{調 保	査 有	尾 数	-	-	1 0	8 1	29 6	38 3	49 6	35 6	19 1	18 3	12 5	7 4	11 4	3 3	230 42
XII,	'57	{調 保	査 有	尾 数	1 0	-	4 0	25 7	72 14	119 24	83 19	39 13	24 10	10 6	9 2	5 3	1 1	394 103	
I,	'58	{調 保	査 有	尾 数	-	-	12 3	67 23	187 65	163 94	46 23	9 4	4 4	3 1	-	-	-	-	491 207
II,	'58	{調 保	査 有	尾 数	-	2 0	29 3	131 29	217 59	104 39	39 21	3 3	-	-	-	-	-	-	525 154
III,	'58	{調 保	査 有	尾 数	1 0	7 0	16 1	40 2	112 10	86 22	9 4	2 0	-	-	-	-	-	-	273 39
台	計	{調 保	査 有	尾 数	3 0	10 0	64 8	280 64	662 165	601 200	312 101	120 41	59 24	39 14	27 15	12 9	20 11	5 5	2,214 657

イカでも繁殖生態が特異であつて，交接と受精・産卵が別の時に行われ，その間に経過する期間は不明であるが，相当地に長い期間を経過すると思われることである。

1958～'59年のスルメイカ産卵実験で明らかになつたことであるが，完熟雌を単独に容器に入れ，海底に放置すると，産卵することが証明でき，この雌は白濁した周口膜上に受精囊に活性の精虫を貯蔵している事実から，交接直後雌の口球外唇に植えられた精虫囊内で活性のなかつた精虫が，交接後ある時間を経て熟成し，活性を獲得して精虫囊から受精囊内に移り，これと同時に輸卵管内にアメ色の卵が貯えられ，ある量まで蓄積した後に産卵行動に移るものと推察される。換言すれば，スルメイカの性成熟には時間的に交接期と産卵期の2段階があり，先熟した雄によつて秋・冬季の南下期に交接が行われ，交接を続けつつ，追熟する雌によつて冬季の終りから産卵が始められると考えたいのである。

要 約

1) 隠岐列島は島前，島後に分れ，島後の西郷湾にも島前の浦郷湾同様に寄りが起る。西郷湾の北浦と西浦の湾奥がそれぞれ寄り場となつており，地形的，海洋的条件，寄りの起る時期なども浦郷湾と大同小異である。

2) 12月のイワシ群消滅後，スルメイカ群が浦郷湾に進入して定置網に漁獲され，湾奥で寄りを起す海洋的地形的条件があることを前報に指摘したが，そのほかに，この時期におけるスルメイカ群の生態的条件である交接に伴う諸要因も複合して海洋的，地形的条件の影響を一層強める作用をしていると考えられる。

3) 冬イカは後夜半から浦郷湾内に進入し，ここで交接を行うものと考えられ，寄り現象はこの交接の前駆的行動であつて，湾内進入群の足跡量，餌つき，灯つきの悪さなどは交接群の生態行動の一つとも解される。

終りに御教導を頂いた日本研所長内橋博士，御校閲を賜つた加藤資源部長，文献を貸与された東海区水研猪野博士・九大津田助教授・日本館山中一郎技官，適切な助言と援助を頂いた東京水大田実教授・西海区水研木部崎修技官の各位に深謝の意を表します。

引 用 文 献

- DREW, G. A. (1911). Sexual activities of the squid, *Loligo pealii* (LES.). Jowr. Morphol., (22): 327-359.
- 浜部基次 (1959). スルメイカ (*Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP) の繁殖生態に関する実験的研究——Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, 未発表.
- ・清水虎雄 (1955). スルメイカの「寄り現象」について. 日水研年報, (2): 97-108.
- ・——— (1957). ヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN の交接行動. 日水研年報, (3): 131-136.
- 北海道水産試験場 (1928). 函館市及び渡島支庁管内スルメイカ調査 (総括). 北水試旬報, (25): 6-7.
- (1928). 根室支庁管内イカ及びタラバガニ調査 (国後島及び色丹島). 北水試旬報, (47): 4-5.
- (1929). 国後島スルメイカ調査. 北水試旬報, (52): 9-10.
- (1929). 国後島スルメイカ調査 (No. 2). 北水試旬報, (53): 8-9.
- 北水研函館支所 (1957). 北海道スルメイカ外套背長組成. 謄写刷.
- 兵庫県水産試験場 (1956). スルメイカ調査の概要. 謄写刷.
- 諫早隆夫 (1931). 第五探海丸スルメイカ調査総括其二. 北水試旬報, (147): 4-8.
- ・川上四郎 (1933). スルメイカ飼育試験. 北水試旬報, (236): 1-12.
- MCGOWAN, T. A. (1954). Observation on the sexual behavior and spawning of the squid, *Loligo opalescens*, at Lajolla, California. California Fish and Game. 40 (1): 48-54.
- SASAKI, M. (1921). On the life History of an Economic Cuttlefish of Japan, *Ommastrephes sloani pacificus*. Trans. Wagner Free Inst. 9 (2): 1-25.
- 添田潤助 (1950). 日本沿岸における“スルメイカ” *Ommastrephes sloani pacificus* (STEENSTRUP) の洄游について. 北水試報告, (4): 1-30.
- (1952). スルメイカの人工受精とその初期分裂. 北水試報告, (5): 1-16.
- ・新谷久男・大槻俊秋・西村 実 (1953). スルメイカ資源調査要報, (4).
- (1956). スルメイカの生態並びに繁殖に関する研究. 北水試報告, (14): 1-67.
- ・———・——— (1958). スルメイカに関する研究. 水産庁対馬暖流開発調査報告書, (4): 1-64.
- 田中於菟彦・飯塚昭二 (1956). 九州北西水域におけるスルメイカに就いて. 長崎大報告, (4): 1-9.
- 山本孝治 (1946). 朝鮮近海より得たるスルメイカの卵及び稚仔について. 貝雑, 14 (5-8): 229-240.

日水研年報, (5) : 29-37, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish., Res. Lab., (5) : 29-37, 1959

丹後伊根浦の冬ブリ漁況の長期変動について

伊 東 祐 方

On the Long Term Fluctuations of Catch of Buri, *Seriola quinqueradiata* in Winter at Ine, Tango District

BY

SUKEKATA ITO

Abstract

Ine facing to the Wakasa Bay is well-known as a pioneer district of the set gill-net fishery and the social cooperative system is adopted by the establishment of Kabu (a stock sharing system).

Then, the history of the district were well studied from the view-point of history and economics by many researchers.

Among thier many papers, the data of catch of Buri in winter were reported here and there. And fortunatly also, the gears, net -numbers and fishing grounds have not changed little for a long time.

The present paper deals with the long term fluctuations of Buri catch studied by thier data.

The period of rich and poor catch can be generalized as follows.

.....1625	Period of rich catch
1630.....1660	" poor "
1675.....1685	rich
1690.....1765	poor
around 1715	slightly rich
" 1730	" "
1770.....1782	rich
1783.....1854	poor
around 1810	slightly rich
" 1830	" "
1855.....1920	rich
1921.....1945	poor
1946.....	rich

It seems that the catch of Buri changes with long and short term fluctuations during the historically long time, and that long time changes are neither directly due to the availability of fish nor to the hydrographical conditions, but to the abundance of the

fish population.

We can get hardly any conclusion as regards the definite periodicity of the fluctuations of the fish catch but might be allowed to suppose that the long and short periodic changes, the cycles of which are about 90 and 10 years' respectively, exist in the catch of Buri.

I. は し が き

一般に生物集団は量的にも、地理的分布においても長期あるいは短期の変動を繰返して脈動していると思われることができる。

魚類の長期変動についてはPETTERSSON (1926), JAHANSEN (1926, 1927), 宇田 (1952, 1957, 1958), 木村 (1949), 横田 (1953), 伊東 (1956) などが、また、短期変動については佐藤・田中 (1949), 田名 (1948), 横田 (1953), 久保 (1957), 永田 (1957), 伊東 (1958) などの報告がある。

筆者はそれらの変動に関心をもち数年来資料を集めているが、今度伊根浦のブリ漁業に関する諸資料をみる機会をえた。

伊根浦 (現在京都府与謝郡伊根町の一部) は若狭湾北西部にある伊根湾に面する亀島、平田、日出の3部落の総称で、古代から漁業の隆盛な地として知られ、とくにブリ網 (建刺網) の我が国における発祥地として、また古くから株制の制定せられた漁村として有名である。

それで、漁業史、経済史的観点から、羽原 (1953), 岩崎 (1954, 1955a, 1955b), 「京都府漁業誌」 (1909) などによつて詳細に報告されている。これらは歴史、経済史的の面から研究されているが、水産の豊凶をふくむ記録が散見される。

ここではそれら報告及び田口 (1957) などによつて、伊根浦の冬ブリの豊凶について報告したい。

しかし、筆者は社会、経済史方面の知識に疎いため、記録の信頼性、また背後にある社会経済的關係などについて充分認識しない点が多々ある。したがつて検討に際し過誤をおかす恐れがあるので、その点了承願うとともに諸賢各位の叱正をお願いする次第である。

I. 資 料

まず、伊根浦のブリ漁業の歴史について簡単にふれておきたい。

ブリ網漁業は亀島で明応年間 (1492~1500), 平田で天正年間 (1573~1591), 日出で慶長年間 (1596~1614) に始められたといわれる。

伊根浦ブリが成生産ブリとともに天下の「札物」として扱われ、希運七の他ブリ運上つ吉を負わされたのも慶長時代といわれ、また伊根ブリの名声を独占するに至つたのは寛文7年 (1667) 以後ともいわれる。

そして、株制は亀島、平田においては慶長以前に制定されていた模様であるが、三部落の持株が124株、即ち亀島75, 平田37, 日出12株が定まつたのは慶長~寛文時代 (1596~1672) といわれ、その株数は天明9年 (1819) に138株と増加されるまで約300年間続いた。

また、漁場は元禄~享保時代 (1688~1743) に内湾不漁のため、外海に一部移つたほかは明治末期頃まであまり大きな移動は行なわれていない。

伊根浦の1株は刺網2ヶ統からなり、1ヶ統は2把とされ、漁期は11月1日~翌年2月15日までと限られていた。漁具一把は麻糸の網目7寸4分の横291掛、縦38掛からなり、仕立上りそれぞれ22寸で、それを2把連結して1ヶ統として用いていた模様である。

こうしてみると、伊根における漁具、その統数及び漁場は明治末期に至るまで大きな変化がなかつたとみてよい。

また、幕府運上は寛文9年 (1666) の記録では105⁵本であるが、その後貞享2年 (1685) 幕府の政策による他村へのブリ網許可方針に関連して1300本となつた。しかし、その数は明治4年 (1871) の廃藩置縣まで続いたことも特徴的である。

それで、前記諸資料から冬ブリの豊凶を検討するのに目安となる記録を附表に示した。

もつとも古い資料としては田井、成生で元和8年(1622)前後ブリ豊漁との記載である。寛永18年(1641)前後の約30年間は漁場紛争が続いていて、内湾ブリが不漁であったことを推察せしめる。

その後、寛文12年(1672)以降漁場紛争も俄かに静まった模様であり、また前述の運上の増加を認めたこと、伊根ブリの名声を独占したとする年代に当たっているから、この時代は比較的好漁時代と推定される。

元禄3年(1690)の文書、元禄以後若狭湾一帯不漁との記録、田井村の漁獲量、運上軽減申請の文書などから、元禄以後長期の不況に落入つたことがうかがわれる。

しかし、宝永7年(1710)～享保5年(1721)の約10年の間資料をかくが、この間一時的な好漁があつたために資料がないのか、本当に資料がないのか明らかでない。また、享保9年(1724)～天明4年(1739)の約15ヶ年の資料をかくが、その間享保12年(1727)、溝尻・伊根ブリ大漁との記録が「京都府漁業史」にみられ、また、享保13年(1728)、越中・能州ブリ好漁と推定される資料があるから、この間一時的な好漁時代とみてよいようである。

宝暦時代(1751～1763)には諸資料にみられるように大不漁に見舞われたものと考えて間違いない。その不況はさらに続き、明和6年(1769)に至つて久し振りの大漁が訪れた。

大漁は安永元年(1772)、天明2年(1782)と続いているが、天明の大漁は10年振りとあるから、それ以前は大漁とはいえない。

天明の大漁の翌年からは大飢饉と不漁に見舞われ、その状態が文化10年(1813)頃まで続いた。

その後一時的に好漁を示したものの、またまた、文政～天保(1819～1843)には不漁に落入つたと推定される。

安政2年(1855)には大漁で、宮津事跡記に「伊根浦に鯺漁稀之夥數大漁、其他諸漁は殊之外不漁……」とあるが、漁獲は7000本であり、これを上述の記録に残す程であるからいかに大漁が久しかったかがい知ることができる。その後は比較的順調の漁を示し、安政6年(1859)、文久2年(1862)には、それぞれ14,000本、10,000本の大漁であつた。

文久3年～慶応2年(1863～1866)にはたいした漁もなく経過した。慶応3年(1867)15,000本の大漁があつたが、その後明治3年(1870)までは大漁とはいいがたい。

その後明治14年(1881)までは毎年大漁を示している。

慶応3年の15,000本の漁獲に対して藩庁報告には4,400本と減じて報告しており、いかに「カクシブリ」の多かつたかを示すもので統計を扱う場合注意を要しよう。

その後は記録に示されているように、一時的な不漁に入つたが、明治23、24年(1890～1891)には大漁を示したが、明治28年(1895)には不漁に入つた。

明治24年(1891)の水産調査報告によれば「……富山湾内に入れば……台網鱒接櫛比す……」とあり、富山湾の台網がいかに隆盛であつたかを物語る。しかし、その後は衰退をみせたらしい。

伊根浦では明治29年(1896)、明治33～35年(1900～1902)には大漁を示した。

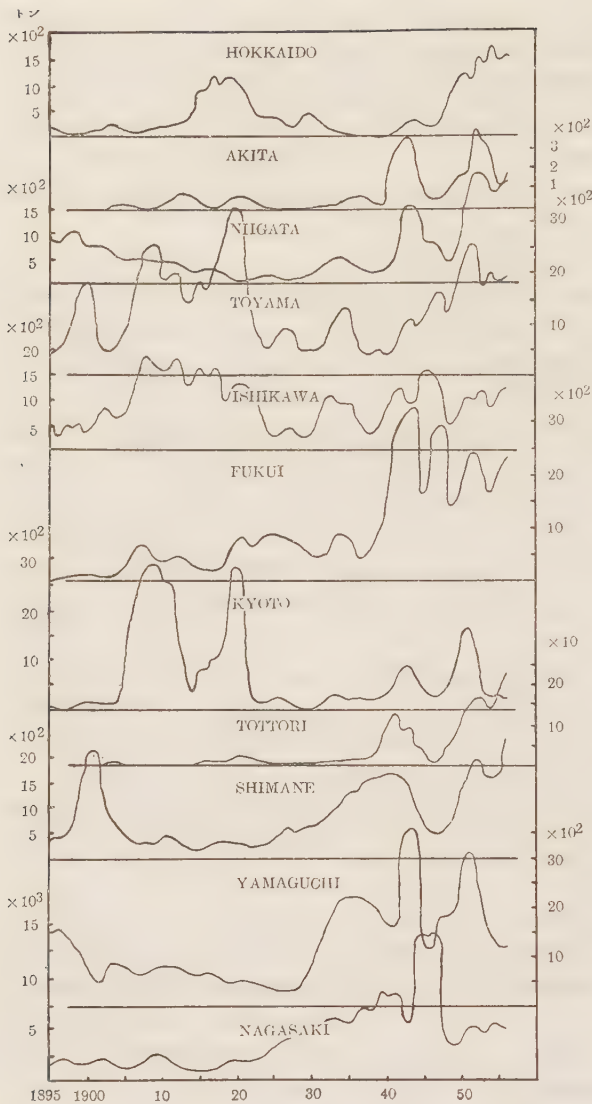
明治25年(1892)、日高氏考案の大敷網が年々全国に拡がり、長い伝統のもとに刺網に専念してきた伊根浦漁民にも大きな影響を与え、明治38年(1905)ついに大敷網一統を土佐の漁民との協同経営の形でとり入れ、翌年からは2ヶ統施設し、従来刺網では夢にもつかぬ大漁を記録した。

その大敷網の漁獲は大正9年(1920)まで好漁を示したが、その後、昭和2年(1927)に大漁をしたほかは年々減少の一途を辿り不漁にあえぐ結果となつた。その後、昭和17年(1942)、若狭湾一帯で数十年みざる大漁があつたとの記録がある。

一方、伊根伝来のブリ網は、いかに、大正2年(1913)をもつて長い伝統の幕をとじら結果となつた。

つぎに、近年の漁況については県別漁獲統計によつて検討してみたい。(第1図)

京都府の場合、前述のように明治39年(1905)までは刺網が主体で漁獲も少ないが、その後大敷網の導入で急激に上昇し、明治42年(1909)前後と大正9年(1920)前後に大きなピークをもつて大きく増減しているが、大正11年(1922)頃からは不漁を続け、昭和8年(1933)前後一時的に好漁となったが不漁に経過している。そして昭和17年(1942)前後に大漁、それから再び減少しているが、昭和24年(1949)前後から再び



第 1 図 日本海域における府県別ブリ漁獲量の経年変化（3ヶ年移動平均）

に用いても大きな誤はないだろう。また、近年だけの資料という欠点はあるが、伊根浦のブリ豊凶が京都府のそれに似ており、さらにまた、京都の漁況変動傾向が石川・富山両県のそれと比較的似ていることから、伊根浦の豊凶の記録の不充分さをそれら諸県の記録から類推することができるようである。これらのことは長期変動をみる場合極めて好都合といわねばならない。

それで、附表から豊凶を判断して記入し、さらにそれらから豊凶の変動を模式的に示したのが第2図である。ただ、記録が時代によつて精粗があるので、いわゆる短期変動は無視されたり、見落されすること、また豊凶の判断に主観が多少入ることは資料の性質上やむをえないであろう。

ともあれ、伊根浦ブリ漁況に長期的変動があつたことだけは充分推察できよう。

古い時代については資料が不充分で信頼はおけないが、1650～60年を中心とした不況時代、1680年を中心

上昇傾向にあるが、昭和29年（1954）頃から不漁をみせている。

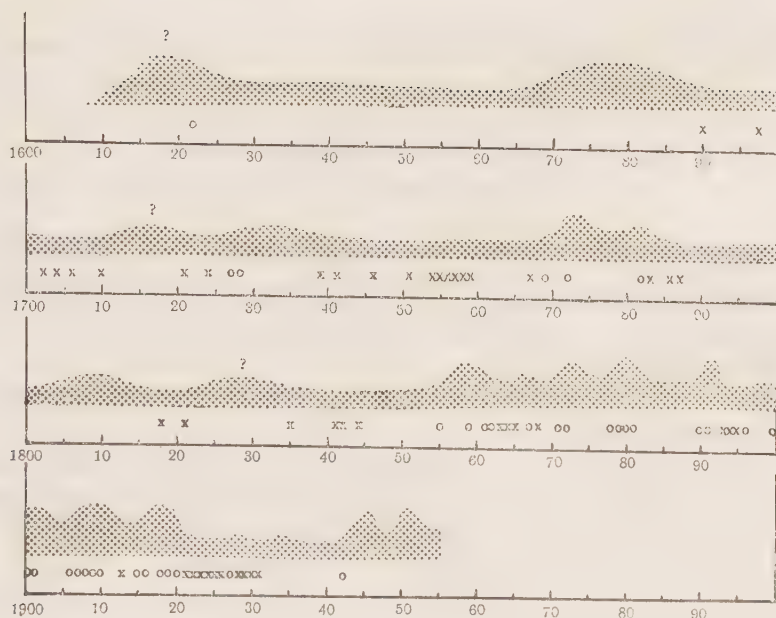
この前半期の変動傾向は既述の伊根浦定置網の漁況とよく一致している。このことは、漁況記録のない伊根浦の近年の漁況も一応県単位の統計資料から推測してもよいようである。

つぎに、他県の漁況をみると、富山、石川両県の漁況は京都府の変動傾向と比較的似ている。ただ、隣接の福井県の漁況と似ていないことは意外に思えるが、福井の場合、漁獲主体を夏ブリに求めており、京都、石川、富山諸県は主体を冬ブリに置いていること及び漁具数の経年的变化に主因があるようである。しかし冬ブリを主体とする新潟県の場合、前記諸県と統計年前半期において変動傾向が全く異なるのは不明である。ただ、この統計年代には漁具の変遷すなわち台網→大敷網→上野式大敷網→落網と移り変わりがはげしいだけに社会経済的要因が強く影響したり、また佐渡を主体とするだけに海況の影響などが強く働いているかもしれない。

夏ブリを対象とする秋田、福井、鳥取などが比較的似た変動を示し、また西部海域では異つた変動を示していることは注目される。

Ⅲ. 考 察

伊根浦では漁撈技術及び政治的影響の面で多少の変化があつたにしろ、過去数百年に亘つて漁具、漁具統数、漁場などが社会共同体体制のもとにほぼ一定に保たれてきた。したがつて記録に示された漁況をそのまま時代的な豊凶を判断するの



第 2 図 丹後伊根浦における冬ブリの漁獲変動の模式図

○ 豊 漁 } を示す
× 凶 漁 }

とした好漁時代があつたと推測される。

そして、1690～1767年にかけて長期の不況が訪れたことは間違ない。しかし、その間一時的に1711～20年が比較的好漁？、1720～1737年前後に好漁があつた模様である。その間最も不漁の時代としては1750～1760年が考えられる。

その後1769～1782年は好漁（その間一時的に不漁があつた模様）、1783～1854年は不漁時代といえよう。その間1800～1810年、1825～1830年に好漁があつたと判断してよいような資料がある。1840年を中心として大きな不漁が訪れた。

1855～1920年代は好漁とみられるが、その間数年を単位とする豊凶を伴つて脈動していたと考えるのが妥当である。

その後1921～1941年にかけて不況時代を招き、その後は比較的好漁時代に入つたとみる事ができよう。しかし、10年前後を単位とする豊凶の脈動はあるようである。

一般的にみて、1700年代、1900年代前半は長期の不況が見舞つていたとみてもよからう。

つぎに、凶から豊への転換期を推測すると、1670年前後、1765年前後、1855年前後、それらの近年を豊漁時代とみれば1940年前後となり、その間約90年前後の周期があるようにも推察できる。

なお、そのほかに、20～30年、さらに1850年以前にみられるように、10年前後を単位とする小変動があるようである。

とにかく、伊根冬ブリの豊凶に周期性があるとはいきれないが、長期、短期の変動を伴つた脈動をしていることだけは間違いない事実であらう。

漁獲の豊凶の変動要因として、(1) 社会経済的要因、(2) 魚群の利用度を規制する海況要因、(3) 資源的要因 の3つに大別できるが、実際にはこれらの要因は交絡しているのが普通であり、正確に判別することは困難である。

今回の場合、しいて考えるならば、前述したように、漁具、統数、漁場、運上などがほぼ一定していたこ

から、社会経済的要因はあまり大きいものではないだろう。

また、海況要因の場合、魚群の漁場への接岸・離岸を生ぜしめる海況条件と、魚群の分布を規制する条件とが考えられるが、前者は短期的変動にはある程度大きく影響があるにしても長期変動には直接的には関係はなかろう。また、後者の場合は対象魚種の分布領域の北限あるいは南限に当る末端海域においては長期的変動に大きく変いようすることはあるが、その場合も資源の増減に関連しているとみられる。したがって、今回のブリについてはこの要因は間接的には影響はあろうが、第一義的の主要因とはなりえないであろう。

すると、今回の長期変動の場合の主要因は資源で、その量の反映が漁況にあらわれたものと解される。

資源の長期変動の要因にも自然的要因と人為的要因が考えられるが、今回のブリの場合の如きは後者はほとんど考慮する必要はなかろう。しかしながら、自然的要因のうち何が大きく影響するかの問題については現在のところ明らかでない。

今後この問題について、気象、海象、さらに他の水族などの長期変動と関連して、総合的に検討し、一つの見解を発表したいと思っている。

終りに臨み、本稿の御校閲を賜った日本海区水産研究所所長内橋潔、同資源部長加藤源治両氏に厚く御礼を申し上げると共に、校訂について御便宜を賜った京都府水産試験場桑谷幸正氏に謝意を表わすものである。

IV. 摘 要

1. 伊根浦のブリ刺網漁業に関する資料並に日本海側の県別のブリ漁獲量統計から伊根浦における冬ブリの長期変動について検討した。
2. 伊根浦においてはブリ刺網の構造、漁場、統数及び漁期は創始以来明治末期まで大きな変化はなかつた。
3. 冬ブリの豊凶の時代区分の概略は次の通りである。

——1625	豊漁
1630——1660	凶漁
1675——1685	豊漁
1690——1765	凶漁
1715年前後	一時的好漁
1730年 "	" "
1770——1782	豊漁
1783——1854	凶漁
1810年前後	一時的好漁
1830 "	" "
1855——1920	豊漁
1921——1945	凶漁
1946——	豊漁

4. 伊根浦の冬ブリの漁況に長期変動が認められ、約90年前後の周期性があるかもしれない。なお、その他に10年前後の短期周期もありそうである。
5. 漁況にかかる変動を生ぜしめる主原因は資源量の豊凶にあるものと推定される。

文 献

1. 羽原 又 吉 (1954). 日本漁業経済史、上巻、東京、岩波書店
2. 伊 東 祐 方 (1958). 能登西岸定置網の漁況変動についての考察、日水研年報、5.
3. 岩 崎 英 精 (1954). 京都府漁業の歴史、京都、
4. ———— (1955a). 伊根浦漁業史、京都、王堂堂、
5. ———— (1955b). 京都府伊根浦の鰺株制の成立過程について、漁業経済研究、4 (2).

6. JAHANSEN A. C. (1926). On the remarkable quantities of haddock in the Belt Sea during the winter of 1925~26 and causes leading to the same. J. du. C. 1 (2).
7. ——— (1927). On the migration of the herring. J. du. C. 2 (1).
8. 木村喜之助 (1949). 現下漁業不振の対策. 水産季刊, 第二輯.
9. 久保伊津男 (1957). 水産資源生物の漁獲高にみられる周期性について. 生物科学, 9 (3).
10. 松下友成 (1953). プリとその漁業. 漁業科学叢書, 6.
11. 永田俊一 (1957). 能登半島沿岸に來游するクロマグロについて. 定置, 11.
12. PETTERSSON O. (1926). Hydrography, climate and fisheries in the transition area. J. du. C. 1 (4).
13. 佐藤栄・田中江 (1949). 北海道の春鰺資源に就いての考察. 日水誌, 14 (3).
14. UDA M. (1952). On the relation between the variation of the fisheries conditions and the oceanographic conditions in the adjacent water of Japan. Jour. of Tokyo Fish. Univ. 38 (2).
15. 宇田道隆 (1957). クロマグロの回帰. 定置, 13.
16. ——— (1958). 対馬暖流開発調査報告書. 第1輯.
17. 牛窪其三男編 (1908). 京都府漁業誌, 2.
18. 山口和雄 (1957). 日本漁業史. 東京, 東大出版会.
19. 横田滝雄 (1953). 日向灘豊後水道のイワシ類の研究. 南海水研報, 2.
20. 川名武 (1948). 北海道鰺資源の研究. (第1報) 日水誌, 14 (2).

附 表 伊根浦ブリ網漁獲の豊凶を示す資料

年 号	西 歴	記 事
明 応 年 間	1492~1500	亀島ブリ網発祥 (湾内)
天 正 〃	1573~1591	平田ブリ網設置 (湾内)
慶 長 〃	1596~1614	日出ブリ網設置 (湾内) 伊根浦産, 成生産ブリ天下の「札物」として扱われる. 肴運上の他「ブリ運上」の責を負わされたりもこの時代か. 富山台網天正・慶長年間に行なわれた. 株制は慶長以前制定?
元和8年前後	1622	田井, 成生産ブリ豊漁
寛永18年頃	1641	ブリ内湾不漁のため漁場紛争多し (30年間)
寛文6年	1666	伊根浦3カ村「ブリ運上」1055本と定めらる. 亀島, 平田1000, 日出25, 3カ村百姓数による案分30本. 慶長~寛文時代 (1596~1672) に株制 (124株) 定まるか. これは明治中期まで一定.
〃 7 年	1667	伊根ブリの名声を独占するに至ったのはこの年以後.
貞享2年	1685	幕府の田井・長江村ブリ網申請許可方針に対し, 伊根浦反対し, 許可を中止させ, 運上 (1055本) を1300本 (亀島766, 平田467, 日出67本) と定められる. これは明治4年「廃藩置県」まで続く.
元禄3年	1690	漁場紛争の文書に「……近年内海に鰺捕不申候故預申候者共多く…」とあり.
〃 7	1695	田井村ブリ漁獲 115本
〃 8	1696	〃 〃 335本
〃 9	1697	〃 〃 87本
〃 10	1698	〃 〃 203本
〃 14	1702	〃 〃 0本
〃 16	1704	〃 〃 0本
元禄末期	1700頃	「与謝内海の漁業長期不漁と幕府の政治の苛酷…」とあり, 元禄以後若狭湾一帯不漁.
宝永3年	1706	ブリ運上軽減申請文書
〃 7	1710	〃 (2回提出) 宝永年間 (1704~1710) 能登西海村諸魚不漁.

年 号		西 歴	記 事
享 保	6 年	1721	ブリ運上軽減申請文書・享保～寛保 (1716～1743) 全国的に漁業紛争多く、不作続く。
	9	1724	〃
	12	1772	伊根・溝尻ブリ大漁
	13	1728	越中・能登ブリ好漁か
天 文	4 年	1739	ブリ運上軽減申請文書
寛 保	元 年	1741	〃
延 享	3 年	1746	ブリ運上を向う5カ年間半減させる。
宝 歴	4 年	1754	不漁のため藩庁へ飯米借入嘆願し米150俵借入。
	5	1755	ブリ漁獲 772本 (亀島・平田)
	6	1756	ブリ漁獲 775本 (亀島・平田)
	7	1757	ブリ漁獲 216本 (亀島・平田)
	8	1758	ブリ漁獲 121本 (亀島・平田) ブリ運上滞滞「4096本」に達し、「被下置候」の処分。
	9	1759	ブリ運上「42本」借り受く。ブリ株を手離して水吞百姓に転落するもの続出。宝歴年間 (1751～1763) 未曾有の不漁。
明 和	4 年	1767	ブリ漁獲 133本
	6	1769	〃 15,000本大漁
安 永	元 年	1772	〃 10,000本 〃
天 明	2 年	1782	〃 10,000本 〃
	3	1783	飢饉。不漁
	6	1786	ブリ漁獲 1,600本
	7	1787	ブリ不漁にて嘆願文書
文 化	9 年	1812	古来稀のイワシ大漁・干鰯で肥料とす。
	10 頃	1813	比較的好漁にて献上ブリ納めらる。文化時代 (1804～1818) 隠岐ブリ延縄盛ん。
文 政	4 年	1821	ブリ漁獲 917本 (3カ村)
天 保	7～9 年	1836～1838	大飢饉
	12～13	1841～1842	ブリ1本も漁獲なし。文政～天保 (1818～1844) 不作。不漁続きでブリも不漁。天保6年 (1835) 以降殊に不漁。
安 政	2 年	1855	ブリ漁獲7,000本大漁。「宮津事跡記」に「伊根浦に鱒漁稀乏夥敷大漁。其外諸魚は殊之外不漁……」その他多少の漁あり。
	6	1859	ブリ漁獲14,000本その後大体順調漁 安政年間 (1854～1860) 長門ブリ延縄隆盛
万 延	元 年	1860	ブリ漁獲 3000本
文 久	元 年	1861	〃 8000本大漁、富山湾ブリ台網安政3年 (1856)～文久元年 (1861) 大漁
	2	1862	ブリ漁獲 10,000本
	3	1863	〃 2,000本 不漁
元 治	元 年	1864	〃 2,000本 不漁
応 応	元 年	1865	〃 1,000本 不漁
	2	1866	〃 2,500本
	3	1867	〃 15,000本…藩庁への報告4,400本 口上書「当3カ村鱒漁の儀。往古は内湾重之漁場に御座候処、百四五十年已来、内海之鱒入込不中、凡百年已来は外海而已之漁場に相成……」とあり。
明 治	元 年	1868	ブリ漁獲346本 (3カ村) マグロ敷網明治初年以後不漁続き。
	2	1869	ブリ漁獲 2,500本
	3	1870	〃 2,200本
	4	1871	〃 10,000本

年 号	西 歴	記 事
5	1872	ブリ漁獲 7,000本
11	1878	” 10,000本. 明治10年頃南薩ブリ飼付漁業開始.
12	1879	” 5,000本
13	1880	” 10,000本
14	1881	” 12,000本
15	1882	” 3,000本
16	1883	” 3,000本以下
23	1890	” 14,000本
24	1891	” 20,000本「富山湾台網…鱗接櫛比す…」台網隆盛. この期以後衰退をみせる.
25	1892	” 4,000本, 麻苧製日高式大敷發明.
26~28	1893~1895	ブリ不漁
29	1896	ブリ漁獲 12,200本, イワシも大漁
33~35	1900~1902	3カ年平均漁獲 10,000本 (23,870メ, 1尾2メとして換算) 田井村ブリ刺網盛んに使用せられたるは明治32~33年頃
38	1905	伊根, 日高式大敷網1カ統設置 漁獲高 (大敷網) 11,6千円 (ブリ以外を含む) 1ケ統
明治 39 年	1906	53,6 (ブリ 91,844本) 2ケ統平均
41	1907	24,3 田井, 成生大敷網設置, 成生ブリ網中止, 富山大敷網出現, 藁台網急減
42	1908	35,3
43	1909	43,5 日高氏ブリ大謀網考案
44	1910	30,0
45	1911	22,1 能登台網減少し, 大正初年までに姿を消す
大 正 2 年	1913	伊根浦ブリ刺網中止, 成生大敷網不漁
3	1914	田井, 上野式網を設置するものあり.
4	1915	ブリ漁獲量 (大敷網) 22,200本 3ケ統平均
5	1916	29,400本
7	1918	26,100本
8	1919	23,300本
9	1920	19,000本
10	1921	5,000本
11	1922	6,000本
12	1923	5,300本
13	1924	3,400本
14	1925	3,100本
15	1926	2,300本
昭和 2 年	1927	13,600本
3	1928	1,400本
4	1929	600本
5	1930	900本
6	1931	500本
17	1942	京都定置網数十年みざる大漁

「丹後伊根浦漁業史」「京都府漁業の歴史」

「京都府漁業誌」「日本漁業経済史」

「日本漁業史」による.

日水研年報, (5): 39-45, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5): 39-45, 1959.

海流封筒につけられた歯型について

伊 東 祐 方・笠 原 昭 吾

On the Teeth-Marks Found Impressed on the Recovered Polyethylene Drift Envelopes

BY

SUKEKATA ITO AND SHOGO KASAHARA

Abstract

In order to estimate the drift of sardine eggs and larvae, some release experiments of the drift envelopes were carried out on the main spawning areas of Japanese sardine from 1957 to 1959.

The envelopes impressed with large teeth-marks were recovered in the sea north west of Kyushu from January to March, 1958-1959.

The teeth-marks of Torafugu, *Fugu rubripes rubripes* (TEMMINCK et SCHLEGEL) caught by the set-net at Uetsu and Wajima, showed the same pattern as what has been found on the drift envelopes with respect to shape and size. Then, the marks upon the envelopes would have been impressed by this puffer-fish or some related species belonging to Tetradontina.

Torafugu, Karasu, *Fugu chinensis* (ABE) and Kanafugu, *Lagocephalus loevigatus inermis* (TEMMINCK et SCHLEGEL) will be listed as the possible assailants from view-point of distribution, body-size, etc. Among them, however, Torafugu seems to be most influential.

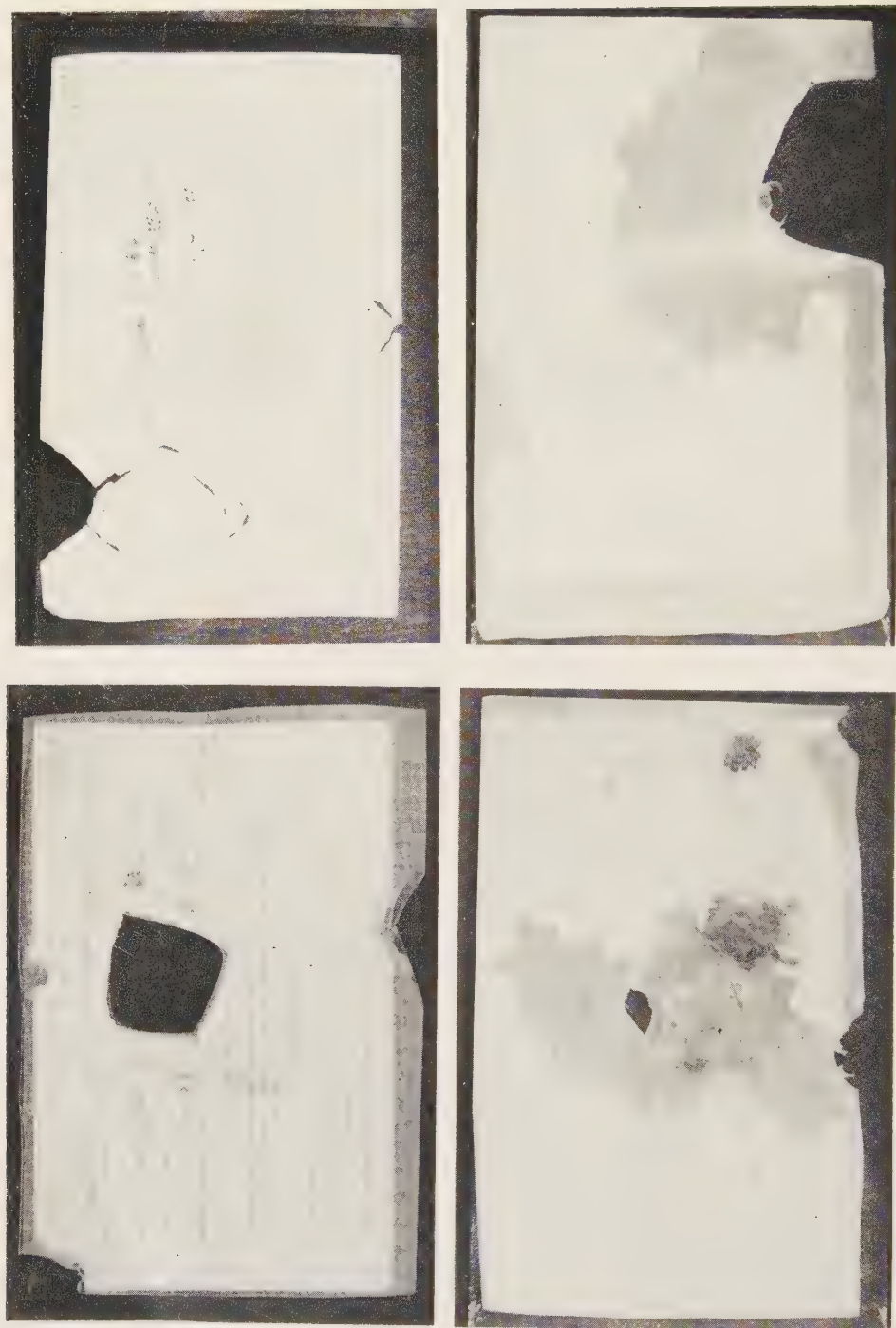
If our view is correct, it may be suggested that the puffer-fishes rising up to the sea-surface for a time in winter and spawning season have the habit, when they find any floating objects such as the drift envelopes, sucking on and drawing them in the mouth by the function of the expansion sac, and then cutting off them with the strong teeth.

I は し が き

筆者らは1957年以来、マイワシの卵・稚仔の移行を推定する一つの手段として、全国主要産卵海域において、海流封筒の投入試験を各府県水産試験機関に依頼して行なってきたが、1958年1～3月に九州海域で投入した封筒のなかに特異な歯型のついたものが多数拾得された。それら拍傷封筒について種々検討した結果、興味深い推論をえたので報告する。

II 資 料

供試海流封筒は半透明のポリエチレン製の膜の厚さ0.3mm、長辺16.0cm、短辺10.0cmであつて、これには



第 1 図 拾得された損傷海流封筒の 1 例

第 1 表 損傷はがき（魚類の歯型）の出現状況

投 入 の 状 況				歯 型 の あ つ た も の の 状 況			
投入水試	投入点位置	投入枚数	投入年月日	枚数拾得年月日	経過 日数	拾 得 場 所	
熊 本	32°16.0' N 129°46.2' E	50	1958.2.4	2	1958.2.11	7	鹿児島県薩摩郡鹿島村
					" 2.15	11	鹿児島県川辺郡笠沙町
	32°16.0' N 129°46.2' E	50	1958.3.10	1	1958.4.16	37	鹿児島県熊毛郡南種子町
長 崎	33°12.5' N 128°57.9' E	50	1958.1.8	1	1958.1.18	10	長崎県北松浦郡小賀値町
	33°13.5' N 128°43.6' E	50	1958.1.8	1	" 1.4	6	長崎県南松浦郡久賀島村
	33°14.7' N 128°26.0' E	50	1958.2.5	5	" 2.13	8	長崎県南松浦郡玉之浦町
					" " 14	9	"
					" " 17	12	"
					" " 18	13	長崎県南松浦郡三井楽町
					" " 19	14	長崎県南松浦郡玉之浦町
	33°15.5' N 128°43.6' E	50	1958.3.5	1	1958.2.10	5	長崎県福江市田之浦町
	33°14.7' N 128°26.0' E	50	1958.3.5	1	1958.3.21	16	長崎県福江市蔵町
	32°44.2' N 128°04.0' E	30	1959.3.7	1	1959.4.16	40	鹿児島県日置郡金峰町
佐 賀	33°50.8' N 129°21.4' E	50	1958.1.7	1	1958.1.14	7	長崎県杵岐郡芦辺町
山 口	34°38.1' N 130°39.1' E	50	1958.2.5	1	1958.5.23	107	山口県阿武郡須佐町

がきを入れ、両端を熱処理で封じたもので、海中投入後は海面に平面的に浮遊しており、封筒内に海水が浸入しても沈むことはない（1957年はビニール製のものを使用したため、封筒内に浸水したものは沈下した）。

ここで問題とする歯型のついた損傷封筒とは第1図に示したような、ほぼ菱形に近いものと、その一部と思われる型の破損をもったものである。

損傷封筒は第1表に示したように、1958年には熊本、長崎、佐賀及び山口の各県で投入したものに、それぞれ3、9、1、1枚みられ、それらの投入時期はいずれも1～3月で、とくに、2、3月に投入したものに多い。

1959年には長崎県沖合で3月投入したものに1枚みられただけである。1957年のものにはたとえ損傷封筒があつたにしても、前述の理由で拾得されることはないと推定される。

兩年の損傷のみられた封筒の投入海域をみると、対馬東水道から五島灘の比較的広い海域にわたっているが、とくに多かつたのは五島列島の北西10～20哩の海域である。

その他の日本近海投入のものには、まったくみられなかったことも注目すべきである。

投入してから拾得までの経過日数をみると、107、40、37日の3例を除き、他は15日以内で、また、拾得地点も投入域から南～南東方向の沿岸に当る。したがって、あまり大きく漂流したものは少ない。

これらから推定すると、損傷封筒のみられたのは九州北西海に限られ、投入後短時日のうちに損傷をうけ

たもの、換言すれば投入海域附近で破損をうけたものと推定される。

時期的には1～3月の長期に及ぶが、2、3月がとくに多く、また、とくに多い海域は五島北西海域であるのは注目される。

封筒の損傷部位は Ridge にあるもの7カ所、中心部にあるもの12カ所で、中心部に多いことが特徴的である。

また、中心部にみられる損傷はほぼ菱形で、その大きさは最小は長対角線の長さ25mm、短対角線の長さ21mm、最大はそれぞれ41、36mmであり、平均ではそれぞれ32.2、30.4mmで大きい。損傷は図にみられるように、切断部の縁辺が2重になつているものがみられる。Ridge につけられた型も中心部損傷型の1部ともみても間違いのないようである。したがって、Ridge 及び中心部にみられる損傷は同一種によつて傷つけられたと推定される。

なお、破損部には完全に切り離された状態のものもあるが、多くは切断面が鋭利な刃物で切つたような傷跡であるところから相当強力な切断力をもつたものの仕業であると考えてよい。

Ⅲ 考 察

破損封筒をはじめて入手したとき、あまりにも綺麗に切断されていたため、故意あるいは不注意によつて人為的に刃物あるいは物体に傷つけられたのではないかと考え、投入機関に問い合わせたほどであつたが、その後引き続いて同様な封筒を入手するに及んで加害者は生物と推定するに至つたが、その種類についてはフグ、イルカ、海鳥、イカなど諸説続出のまま経過した。

ところが、1958年4～5月に筆者らが石川県輪島港を根拠としてイワシの調査に従事中、たまたまトラフグ *Fugu rubripes rubripes* (T. et S.) の歯型をとつたところ、破損封筒と同様な型をえて、加害生物としてフグ類の一種の仕業ではないかと推定するに至つた。

その後1959年5月18日石川県能都町藤波の定置網で漁獲した全長40.6cmのトラフグを解剖した結果、第2図に示したように、胃中にマアジ *Trachurus japonicus* (T. et S.) の頭部4個、胴部2個があり、それはいずれも断面は鋭利な刃物で切断した型を示していた。また、別個体では胃中に体長12cm前後のカタクチイ

ワシ *Engraulis japonica* (HOULTUYN) を3等分したような断片があり、断面はアジと同様な状態であつた。

また、同地の漁夫の言によれば、フグは漁獲直後であれば、竹の丸箸でも容易に噛み切るとのことである。

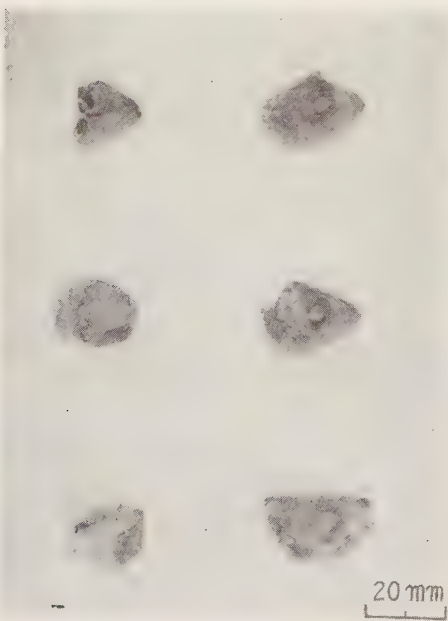
なお、前記個体のホルマリン漬標本によつて、紙をのり付けにして歯型をとつたところ、第3図のような菱形で、外縁部は2重にかたどられ、破損封筒と同様な状態を示した。その大きさは長対角線の長さ34mm、短対角線の長さ31mmであつた。

トラフグの上下の顎の歯は強固に癒合して嘴と変化し、鋭利でしかも強力な歯板となつている(第4図)。

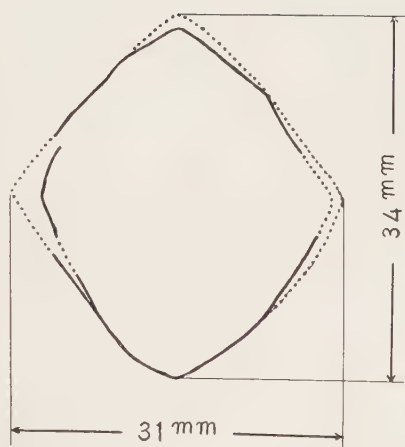
これらから、破損封筒の加害生物としてフグ類の1種ではないかとの推察をいよいよ確固なものにした。

しかし、フグ類が海面に浮ぶ封筒を噛み切るためには、海面に浮く習性があること、また、封筒の縁辺を切ることは問題ないにしても、中央部を噛み切るためには特殊の機能がなければならない。

江ノ島水族館の広崎芳次氏の私信によれば、水槽内でのフグ類は水面に浮くことが間々あるとのことであ



第2図 1959年5月18日石川県鳳至郡能都町藤波の定置網で漁獲されたトラフグの胃中から見出されたマアジの断片(全部)



第 3 図 トラフグ (♂ 全長 406mm) の
歯型 (紙を 2 重折りにして写し
とった)



第 4 図 トラフグの歯板

る。また、略々平面体のジンベイザメ *Rhincodon typus* SMITH の背部に噛みつくことがあるとの観察結果が知らされた。

加藤 (1956) によれば、1955、1956年の 5～7 月にかけて、新潟県岩船郡上海府及び下海府地先の定置網に入網した体長 35～40cm のフグ (マフグらしい) の頭部に、従来、サヨリで観察されているように、ゴム輪のはまつている多数の個体のあるのを度々みたことがある由である。

これらから、一応フグ類は一時的にしる、海面に浮遊し、ゴム輪など海面に浮ぶ異物に興味深い反応を示すことだけは充分うかがい知ることができる。

しかし、フグ類が果して海面に浮ぶ相当固い平面体を二つ折りにする機能があるかどうかの疑問が残される。

ただ、フグ類の多くは、他種にみられない膨張囊をもっていて、水あるいは空気を大量に吸引できる機構をもっていることに注目せねばならない。

したがって、水あるいは空気を吸引すると同様な働きによつて、平面体に口部を吸着させ強力に吸引して物体を口中に深く入れ、今回の封筒の如きものならば折りまげ噛むことなら充分できうる可能性はある。

以上の種々の推論によつて間違いなくフグ類の 1 種の仕業と解されるが、どの種によつたものかは明らかでない。

ただ、前述の全長 40.6cm のトラフグについて、紙を口中奥深くさし入れてとつた歯型の大きさは長、短対角線長はそれぞれ 34、31mm であり、いづれ、既述したように、破損封筒の歯型の長、短対角線長の平均はそれぞれ 32.2、30.4mm である。この場合、封筒は必ずしも口中深く差し入れて噛み切つたものばかりとはいえないから、加害フグ類の大きさは相当大きくなくてはならない。

しかも、損傷の形態及びフグ類の口部の形態及び膨張囊の有無などから、フグ亜目 (Tetraodontina) に属するものに限られよう。フグ亜目に含まれるものの体長と口器の大きさの関係については全く認識をもっていないが、常識的に考えて、トラフグについての知見から、加害種の体長は 40cm 前後より大きくなるものでなければならない。

フグ亜目に含まれるもので、体長の大きくなり得る魚種とその体長を富山・阿部・時間 (1958) によつて拾つてみると次のものが主としてあげられる。

イシガキフグ *Chilomycterus affinis* GUNTHER
ハリセンボン *Diodon holacanthus* LINNAEUS

全長 65cm
40

モヨウフグ	<i>Tetraodon stellatus</i> BLOCH et SCHNEIDER	Ca 55cm
シロアミフグ	" <i>alboreticulatus</i> TANAKA	47~55
サザナミフグ	" <i>hispidus</i> (LINNAEUS)	Ca 48
ヒガンフグ	<i>Fugu Pardalis</i> (TEMMINCK et SCHLEGEL)	36
マフグ	" <i>Vermicularis Porphyreus</i> (T. et S.)	47
ゴマフグ	" <i>Stictonotus</i> (T. et S.)	40
カラス	" <i>rubripes chinensis</i> (ABE)	50
トラフグ	" <i>rubripes rubripes</i> (T. et S.)	Ca 70
シマフグ	" <i>xanthopterus</i> (T. et S.)	60
メフグ	" <i>acellutus obscurus</i> (ABE)	45
センニンフグ	<i>Pleuranacanthus scleratus</i> (FORSTER)	150
カナフグ	<i>Lagocephalus laevigatus inermis</i> (T. et S.)	60
サバフグ	" <i>lumaris</i> (BLOCH et SCHNEIDER)	36
クマサカフグ	" <i>lagocephalus oceanicus</i> JORDAN et EVERMANN	40<
ヨリトフグ	<i>Liosaccus cutaneus</i> GUNTHER	38

これらのうち、ハリセンボン、モヨウフグ、シロアミフグ、サザナミフグ、シマフグは日本近海では幼魚のみみられ成魚はあまりみられない。イシガキフグ、センニンフグ、クマサカフグ、ヨリトフグは分布の面から日本近海には少ない。

すると今回の場合の加害種として、ヒガンフグ、マフグ、ゴマフグ、カラス、トラフグ、メフグ、カナフグ、サバフグが考えられるが、損傷封筒の損傷部の大きさの最大及び平均値から、ヒガンフグ、ゴマフグ、メフグ、サバフグなどは一応除外してもよいように思われる。するとマフグ、カラス、トラフグ、カナフグが有力な加害種と考えられ、とくに、体長、分布などの点からトラフグ、カナフグが最有力で、とくに前者が最も妥当性が強いように思われる。

今回の場合、損傷部の型、損傷封筒の投入位置などから、加害種は同一種と考えてきているが、もし2〜3種もあるとすればまた別の考慮を要しよう。

いずれにしても、この海流封筒の損傷を与えた生物はフグ類のうちのフグ亜目に属する大型種であることは間違いないから、これらの種のある種の成魚は少なくとも冬期及び産卵期には一時的に海面に浮上することがあり、海面上の浮遊物体に反応を示し、近づいたり、時には封筒のような比較的軟い平面体には吸着し、拡張囊の機能によって口中深く吸引し、それらを強力な上下の歯板によって噛み切る習性があると考えられる。

なお、封筒の損傷には不規則の破れ、あるいは海鳥のつばきみによると思われる小さな穴のあいたものが西南部海域投入のものに少数みられたことを附記しておく。

終りに臨み、種々御教示を賜った江ノ島水族館広崎芳次、西海区水産研究所木部崎修、長崎県水産試験場山口正男の諸氏及び日本海区水産研究所資源部の各位に対して深く謝意を表わすとともに、標本の送付を戴いた西海区水産研究所最首光三氏に御礼を申し上げる。また、御校閲を賜った日本海区水産研究所資源部長加藤源治氏に深く感謝するものである。写真の撮影に協力された日水研島村初太郎・町中茂の両氏に御礼を申し上げる。

摘 要

1. 1957年以来、マイワシの卵・稚仔の移行を調査するため主産卵場において、海流封筒の投入試験を実施してきたが、1958、1959の両年九州北西海域で1〜3月に投入したものに人型な菌型のついた破損封筒が拾得された。
2. その後石川県輪島・宇出津で漁獲されたトラフグから同様な菌型をとることができた。
3. 封筒に破損を与えた生物としてフグ類が有力となった。

4. フグ類の各種の体長、体制上の構造、分布などを検討した結果、加害種としてフグ亜目に属するトラフグ、カラス、マフグ、カナメフグが考えられ、とくに、トラフグが最も有力と考えられた。

5. これらのある種の成魚は少なくとも冬期には一時的にしろ海面に浮上し、海面上の浮游物体に反応を示し、つついたり、時には封筒のような比較的軟い平面体には吸着し、膨張囊の機能によつて口中深く吸引し、強力な歯板によつて噛み切る習性があることが予測される。

文 献

- 加藤源治(1956). フグの首に輪ゴム. 日水研連絡ニュース, (70).
松原喜代松(1955). 魚類の形態と検索. 岩崎書店.
富山一郎・阿部宗明・時岡 隆(1958). 原色動物大図鑑, 2. 北隆館.

備考

1960年2月5～6日の両日、五島西岸で投入した90枚の封筒中3月5日現在、4枚の損傷はがきが拾得されたことを附記する。

日水研年報, (5) : 47-60, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 47-60, 1959.

海中における卵の浮游状態から考察した マイワシ脊椎骨数の変異の問題

西 村 三 郎

A Note on the Problem of the Vertebral Number Variation in Sardine, as Considered by the Results of Studies on the Buoyancy of its Eggs in the Sea

BY

SABURO NISHIMURA

Abstract

In the previous paper, the writer has discussed by the results of the simultaneous horizontal samplings at different depths made on the sardine spawning ground off Noto Peninsula in the middle Japan Sea that the sardine eggs would, contrary to the common-sense expectation, not be subject to strong eddy turbulences in the sea, the eggs floating in the upper layers presumably not being mixed with those floating in the lower layers, but that they would be kept rather unchanged in their relative positions to each other and would rise or sink as a whole egg mass or would stay in neutral buoyancy (NISHIMURA, S. : *Jap. J. Ecol.*, 7 (2) : 77-80, 1957).

It has in the present paper been demonstrated that the discussion presented above would hold generally true not only for the Noto spawning ground but also for many other grounds of sardine reproduction found in the middle (and northern, also ?) Japan Sea, taking into account the features of oceanographic structure on the sardine spawning grounds formed throughout the Tsushima current region of Japan, *i. e.*, the home range of the Japanese sardine, *Sardinops sagax melanosticta* (TEMMINCK et SCHLEGEL). In the middle Japan Sea, a marked thermocline is developed on the sardine spawning grounds, making a barrier, as it were, to the intermingling of the sardine eggs floating in the upper layers with those in lower layers. The situation such as this would lead to the development of difference in meristic characters between the embryos proceeding with ontogeny in the upper warmer, less haline, lighter, more oxygen-saturated layers and those in the lower colder, more haline, darker, less oxygen-saturated layers. The former would attain a smaller value in the number of vertebral centra or myotomes than the latter, with the result reached that the variance of mean vertebral or myotome number would be relatively large for this school of sardine. Off the west Kyushu and in the southern Japan Sea, on the other hand, no thermocline is developed on the sardine spawning grounds, suggesting that there is some probability of intermingling of the upper-floating and the lower-floating eggs. This situation would give a relatively

homogeneous nature in the meristic characters and a smaller variance of, for example, mean vertebral or myotome number for the sardine school reproduced in this area.

From the consideration so far made, it is expected that a geographical cline would be detectable in the change of the variance of mean vertebral number for sardine schools from different spawning areas which have not yet been intermingled with each other in the course of pelagic life. Two instances (1953 and 1954) considered to be corroborative and one more instance (1955) thought presumably corroborative of this supposition have been obtained for the 0-age sardines caught in the Tsushima current region of Japan during the 5-year period of study: 1953 to 1957; the remaining two years are incomplete of the preparation of the vertebral count data.

I. ま え が き

日本近海産マイワシ *Sardinops sagax melanosticta* (T. et S.) における脊椎骨数変異の問題はこれまで多くの研究者によつて調査されてきた。その結果は、あるいは種族の分離(相川・小西, 1940), あるいは平均値における地理的傾斜の認識(雨宮・阿部, 1933; 雨宮・ほか, 1934), あるいは地域的発生集団の存在およびその後における混合過程の推定(中井, 1938; 村上・真道, 1949; 中井・ほか, 1955), さらに季節的発生集団の存在(横田, 1953), 年級群による変動(渡辺, 1958)などとさまざまであつた。しかし、これらの研究の多くが、マイワシ脊椎骨数の変異には、遺伝的な要素が交絡している可能性*を否定はしないけれども、それよりもむしろ、環境と結びついた変異、つまり、発生時の環境条件によつて生起・指向させられたと考えるべき phenotypic な変異の存在することをのべている点で一致しており、これは注目すべきことである。そして、この変異と環境因子との結びつけに際しては、観測が容易で資料が比較的良好なところであり、従来、研究者もふろくから注目していたところの水温がまずとりあげられたのは当然なものであつた。しかし、これまでの研究では、環境因子の形質発現におよぼす影響およびその機構についての実験的研究があまりおこなわれていなかったという理由を別にしても、この両者の結びつけはすぐれて観念的・非実体的な段階にとどまっていた。たとえば、マイワシの脊椎骨数は北方水域において高く、南方水域において低いという、いわゆる北高南低の説にしても、従来は、簡単に、北方の産卵場は南方のそれよりも水温が低いからであるとして片づけられてきた。しかし、一歩づつこめて、はたして両水域間で、産卵盛期における微視的な意味での主要産卵空間、あるいはその後の発育空間の水温が上述のごとき脊椎骨数の変異をもたらすようなくあいに相違しているかどうかと考えると、これは軽々しくは決定できない問題であることがわかるであろう。環境条件の変化に対してとくに敏感な発育期(supersensitive period: TÄNING, 1952)にある胚体の海中における分布状態並びにその時期における海洋構造についての充分な知見がなければこの問題はばげんみつには決せられない。すなわち、形質変異と環境因子との結びつけについて、われわれはもつと具体的・量的な立場から考えないしてはなる必要がある。

筆者は数年来マイワシ卵・仔魚の海中における垂直分布の問題について調査してきたが、その結果得られた知見が、上述したような立場から、従来察観されていたマイワシ脊椎骨数の変異の問題にも関連を有するようには思われたので、ここにその考察の一端をのべて、諸賢の批判を得たい。

本論に進むにさきだち、この研究に対してご協力とご援助を寄せられた日本海区水産研究所の伊東祐方、渡辺和春の両氏に感謝の意を表する。

II. 海中におけるマイワシ卵の浮游状態

筆者は、さきに、能登半島沿海においておこなわれたマイワシ卵・仔魚の各層同時水平採集**の結果にもとづいて、マイワシ卵は表層のみならず下層にもかなり浮游しているが、その際には、同一の age

* 江上(1953, 1954a, 1954b)は野性メダカ *Oryzias latipes* (T. et S.) について、遺伝子構成の差異にもとづく尾びれ軟条数の異なる地方群の存在をのべているが、長期間の浮游性幼期を有する海産魚の場合には、一般に長い世代にわたる隔離はおこなわれにくく、したがって、遺伝子構成を異にする地方群の形成ないし維持は考えがたい。

** 採集水深はだいたい 8, 13, 23, 33, 53, 73m の 7 層; 採集時間は 30 分。

category*に属するものでも、上層採集の卵群ほど発生過程のより進んだ段階にある卵を含んでいることを認め、これはマイワシ卵は上層に浮游しているものと下層のものとはあまり混合することより、それぞれ放出時の水深によつて規定されらうという相互の位置関係（ただし、垂直方向の成分は、一層より二層に比較的不変に保つたまま、全体として浮上・沈降あるいは中立浮游をしているものであるらしく、これが現場の水温垂直分布の状況を反映して、上記のような現象を成起せしめたのであらう（森田、1957）。

いまの場合、上層に浮游している卵群と下層のそれとはあまり混合しないだろうとの結論を重視したい。これは、上記の採集が可能であつたほどの天候条件の下では、マイワシ卵の浮游層における質量交換（Austausch）、あるいは渦動拡散（eddy diffusion）があまり著しくないことを暗示しているが、本節ではこの結論がどの程度の一般性を備えているものであるかについて考えてみることにする。

前記の論文において、筆者は卵の垂直方向の混合はあまりおこなわれないう前提の下に、上述したような浮游深度による卵の発生速度の相違をもたらす直接的な原因は水温の垂直分布状態であらうと考えられることの証拠のひとつとして、水温躍層が発達していない場合には卵の発生速度の相違が小さく、躍層が顕著に発達している場合にはそれが存在する深度付近において卵の発生速度もまた飛躍的に変化しているという事実**、すなわち、発生速度の急変と水温躍層との同時存在性をあげたが、じつは、水温躍層が形成され易さと卵の垂直混合のおこなわれ難さとは同じことであつて、ともに垂直安定度の大小に依存するから、垂直安定度が大きいところでは水温躍層が形成されやすく、同時に卵の垂直混合はよくなる（森田、1957）。そして、いつたん水温躍層が形成されると、その場所の垂直安定度が一段大きくなり、渦動・発生が抑制されて、渦動熱伝導率および渦動拡散率がともにいちぢるしく小さくなる（SVERDRUP *et al.*, 1942 : pp. 91—92）：すなわち、躍層はますます顕著となり、また、卵の垂直混合は一層おこなわれにくくなる。その結果は、上にのべた発生速度の急変と水温躍層との同時存在性となつて現象するわけであらうと考えられる。つまり、水温躍層は単に卵の発生速度を相違させるという反応速度論的な作用だけでなく、卵の垂直混合を抑制するという力学的な作用をもおよぼしているわけである。

上にのべた卵の垂直混合と水温分布との関係は、躍層という急激な変化の場に対しては成り立ち、かつとつとつるゆるやかな水温垂直変化の場に対しても本質的には同様に成立するもので、この場合については垂直安定度がそれほど大きくなったために、卵の垂直混合の抑制が上の場合ほど効果的でないという点にのみ注意される。そもそも、水温垂直分布に傾度があるということ自体、渦動による熱伝導が上下にわたって大規模な熱を運ぶに足るほど大きくはないということを示しているが、保存濃度の渦動拡散が運動熱に比べてかなり小さいの上面にすぎないことを考えると、このような場合には、マイワシ卵にあつても上層浮游のものや下層のものゝが集団として大規模に混合しあうという可能性が考えられないことは当然である***。

以上の考察から、われわれが海中におけるマイワシ卵の浮游状態に関して一般論として述べてきたところできつてあらう：水温傾度が緩慢な場合には、マイワシ卵は上層から下層にわたるような大規模な垂直混合をおこなうことはなく、その拡散はおそらく小さな乱子を通じておこなわれるのみで、したがつて上層浮游の卵と下層のそれとが入れまじり確率は高くないと考えられる。ところが水温躍層が発達している場合には、その上下、卵の混合は、いかに著しく抑制される。したがつて、卵は前述の位置関係と比較的不変に保つたまま浮游している、そして、これが水温躍層を形成して、上層浮游のものと下層浮游のものとの間で発生速度に差異をきたすこととなるわけである****。

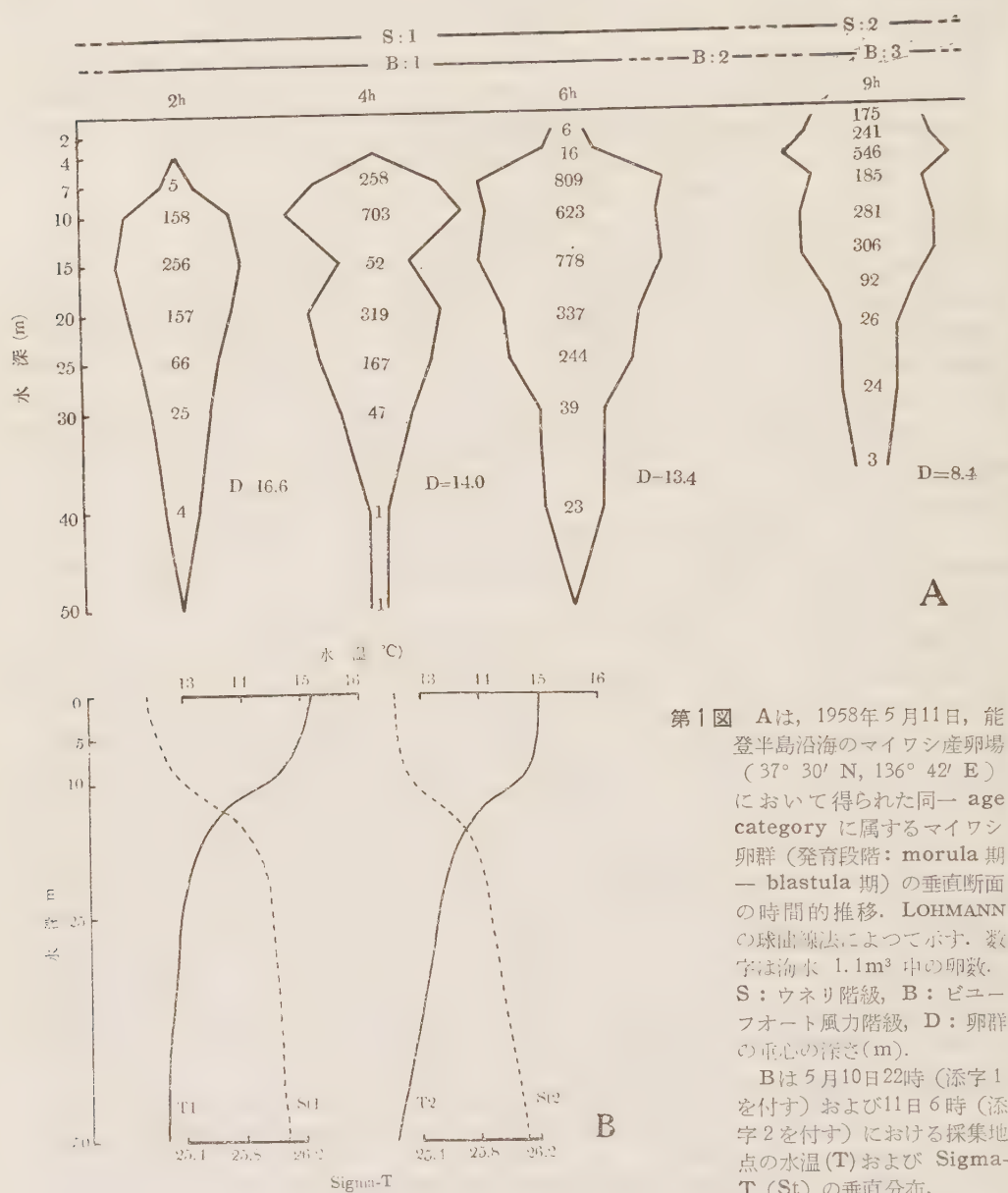
* マイワシは一日のうちの一定の時刻に集中的に産卵することが知られているが、この同じ日のほぼ同じ時刻に放出された卵群を同一の age category に属すると定義する。

** このことは、マイワシ卵は海中にあつては中立浮游あるいはそれに近い位置にあることを暗示する。したがつて、前述の二層による添加と死亡による減耗とを考慮しなければ（本論文ではこれらの方については考えないことにする）、マイワシ卵は（的に保存濃度（conservative concentration）とみなしてもよいだろう。筆者は発生初期にあるマイワシ卵については、その浮上速度はきわめて小さいことを観察した（未発表）。

*** ただし、マイワシ卵の拡散にもつとも有効な乱子（turbulenz）の大きさと、熱伝導に効果的なその大きさとが相違することは考えられる。

**** 前報（西村、1957）においては、卵に発生速度の差をもたらす原因として水温だけについてのべたが、上層と下層との間で大きく相違する光と圧力も可能な原因として挙げられるであらう。WORTH (1933) によれば、shad, *Alosa sapidissima* (WILSON) の卵は、同一水温下でも、直射日光の下では発生が促進され、暗黒および曇天下では遅滞するといわれ、WILLER (1923) も *Bachforelle*, *Salmo trutta fario* L. の発生は光の影響を受けることをのべている。また、水圧については、GOFF (1910) は zebra fish, *Brachydanio rerio* (HAMILTON) の卵発生が高圧下では遅滞させられることをのべている。

おわりに、上にのべたことを裏づける資料を、筆者の前報（西村，1957）以外の調査からひとつだけ引用して示そう。第1図は1958年5月11日、能登半島沿海のマイワシ産卵場（37°30' N, 136°42' E）において、漂流しながらポンプ採集*をおこなって得たサンプルにもとづいて描いたマイワシ卵の垂直分布の時間的推

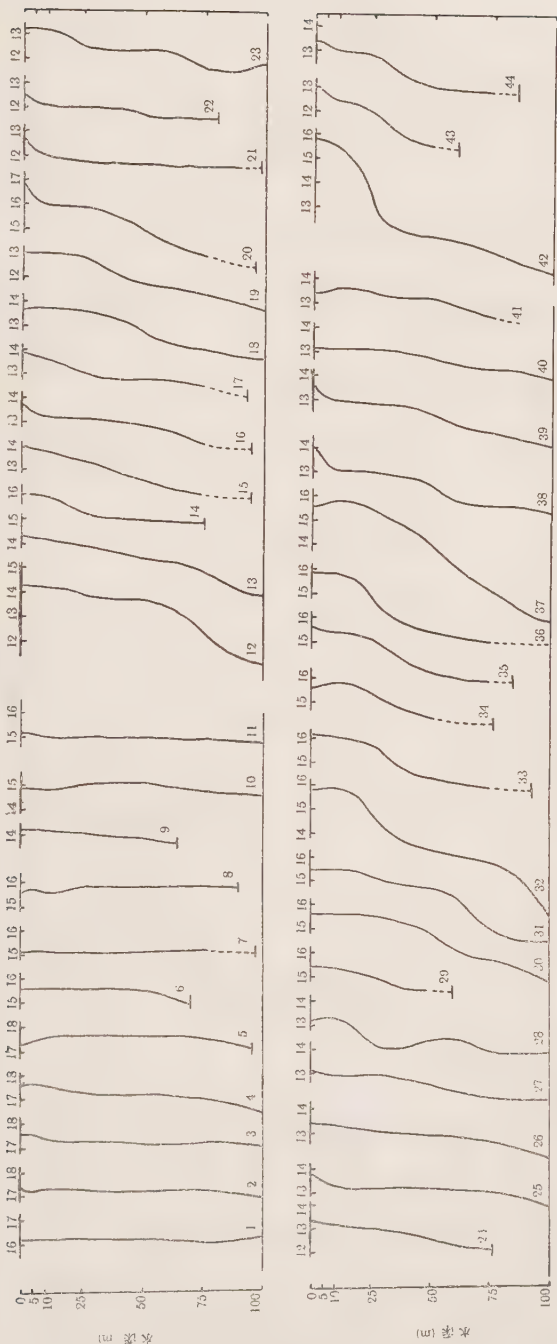


第1図 Aは、1958年5月11日、能登半島沿海のマイワシ産卵場（37° 30' N, 136° 42' E）において得られた同一 age category に属するマイワシ卵群（発育段階: morula 期 — blastula 期）の垂直断面の時間的推移。LOHMANN の球曲線法によつて示す。数字は海水 1.1m³ 中の卵数。S: ウネリ階級, B: ピューフォート風力階級, D: 卵群の重心の深さ(m)。

Bは5月10日22時（添字1を付す）および11日6時（添字2を付す）における採集地点の水温(T)および Sigma-T (St) の垂直分布。

移を示したものである。これは5月16日19時30分～22時ごろ放出された age category に属する同一卵群の垂直断面の時間的推移を示している。LOHMANN (1903) の球曲線法 (Kugelkurvenmethode) によつて示してある。これから、時間の経過とともに卵群の重心が徐々に浮上していつている様子がうかがわれる。2時採集のものと4時採

* エムロ MA I 型動力ポンプ（武蔵興業株式会社製）をもちいて、2, 4, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50mの11層から、おのおの1.1m³を揚水、ネットですいてサンプルを得た。



第2図 対馬暖流域内マイワン主要産卵場における水温垂直分布 (1954年). 資料は西海区水产研究所 (1956): 西海区鱈資源調査資料 B 輯 (1954年度) および日本海区域水産研究所 (1956): 日本海区域鱈資源調査資料 B 輯 (1954年度) からとった. ④ネット (口径45cm, 長さ90cm, 緯綫 GG 54) の深度150mから11個は海底下からの垂直曳網集によってマイワン卵及び11個以上得られた点を主要産卵場にあるものとみなし, その点における水温分布を示した.

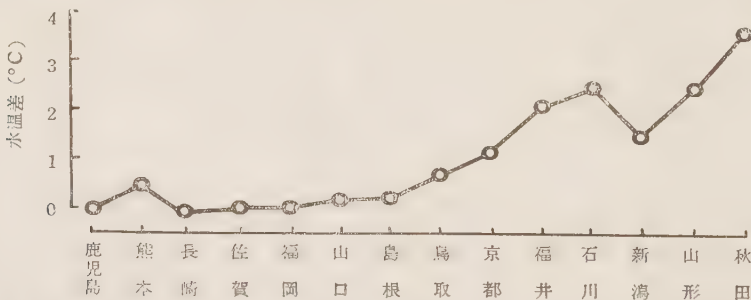
1. 熊本県: 32°33'N, 129°31'E; Feb. 17, 13: 00. 2. 熊本県: 32°23'N, 129°14'E; Mar. 18, 09: 45. 3. 熊本県: 32°31'N, 129°03'E; Mar. 18, 07: 50.
4. 熊本県: 32°24'N, 129°08'E; Mar. 17, 15: 25. 5. 長崎県: 32°34'N, 129°31'E; Jan. 27, 14: 26. 6. 佐賀県: 33°33'N, 129°20'E; Feb. 10, 18: 12.
7. 佐賀県: 33°21'N, 129°15'E; Feb. 10, 17: 16. 8. 佐賀県: 33°11'N, 129°19'E; Feb. 10, 16: 15. 9. 山口県: 34°21'N, 130°49'E; Feb. 23, 05: 55.
10. 山口県: 34°16'N, 130°06'E; Feb. 23, 11: 15. 11. 山口県: 34°22'N, 129°57'E; Feb. 23, 12: 40. 12. 鳥取県: 35°40'N, 134°18'E; Apr. 06, 06: 00.
13. 鳥取県: 35°45'N, 134°18'E; Apr. 06, 04: 00. 14. 福井県: 35°40'N, 135°50'E; May 11, 10: 22. 15. 石川県: 37°34'N, 137°14'E; May 8, 10: 40.
16. 石川県: 37°37'N, 137°10'E; May 8, 11: 30. 17. 石川県: 37°49'N, 136°50'E; May 8, 13: 30. 18. 石川県: 37°55'N, 136°40'E; May 8, 14: 25.
19. 石川県: 38°01'N, 136°30'E; Apr. 23, 14: 15. 20. 石川県: 37°04'E; Apr. 23, 12: 15. 21. 石川県: 37°01'N, 136°41'E; May 28, 07: 01.
22. 石川県: 37°20'N, 136°40'E; Apr. 26, 07: 40. 23. 石川県: 37°21'N, 136°34'E; Apr. 26, 08: 42. 24. 石川県: 37°28'N, 136°51'E; Apr. 26, 10: 58.
25. 石川県: 37°29'N, 136°33'E; Apr. 26, 16: 00. 26. 石川県: 37°32'N, 136°46'E; May 28, 07: 01. 27. 石川県: 37°37'N, 136°51'E; May 28, 21: 58.
28. 石川県: 37°37'N, 136°41'E; May 28, 07: 58. 29. 石川県: 37°41'N, 137°08'E; May 29, 00: 07. 30. 石川県: 37°43'N, 136°59'E; May 29, 00: 58.
31. 石川県: 37°37'N, 136°41'E; May 28, 07: 58. 32. 石川県: 37°55'N, 136°51'E; May 28, 20: 04. 33. 石川県: 37°37'N, 136°51'E; May 28, 21: 58.
34. 石川県: 37°44'N, 137°04'E; May 28, 22: 55. 35. 石川県: 37°41'N, 137°08'E; May 29, 00: 07. 36. 石川県: 37°43'N, 136°59'E; May 29, 00: 58.
37. 石川県: 37°39'N, 137°23'E; May 29, 03: 49. 38. 石川県: 37°10'N, 137°23'E; May 29, 05: 14. 39. 石川県: 37°15'N, 137°23'E; May 29, 05: 15.
40. 石川県: 37°20'N, 137°23'E; May 29, 05: 17. 41. 石川県: 37°27'N, 137°23'E; May 29, 05: 52. 42. 石川県: 37°29'N, 137°23'E; May 29, 06: 08.
43. 石川県: 37°13'N, 139°53'E; May 29, 07: 16. 44. 石川県: 37°23'N, 139°53'E; May 29, 08: 10.

集のものとしてプロファイルが急激に変化している。これがいかなる理由で生じたものか明らかでないが、後者において15m層にみられた“くびれ”は、次第に位置は上昇しているけれども、6時および9時採集のプロファイルにも同様に認められる。また、プロファイルの下方への細まり具合 (tapering) はいずれの時刻の採集のものにおいてもよく類似している*。すなわち、これらは、急激な流動変化あるいは擾乱のなにより、マイワシ卵群の形状はあまり変化しない；つまり、大規模な渦動による移動・混合はほとんどおこなわれていないことを示すものと思われる。第1図にはまた、10日22時および11日6時における水温およびsigma-Tの垂直分布を示してあるが、これから、表面から7~8mまでは均質上層 (upper homogeneous layer), 7~8mから15~16mまでの間が躍層であつたことがわかる**。いつぼう、マイワシ卵群の頂上は、均質上層内にあつても、その濃度傾度は、海面がおだやかであつた6時までにはきわめて大きく、或が海面が波立ちはじめたからようやくその傾度はゆるやかなものとなつたこと (9時のプロファイル) がわかるが、これは垂直安定度が小さい場合でもマイワシ卵群は渦動拡散の影響をあまり受けなかつた例として注目される***。以上のべたことはいずれも、普通のおだやかな海中にあつてはマイワシ卵群は大きな垂直混合をおこなつていない；すなわち、卵相互の位置関係を比較的不変に保つたまま浮游していることを示すものとみてよいだろう。

III. マイワシ産卵場における水温垂直分布

前節において、筆者は、マイワシ卵は海中にあつてはふつう大規模な垂直混合をおこなつてしまふであろう；とくに水温傾度の大きい時にはそれが顕著に抑制されているであろうことをのべた。ここでは、じつにマイワシ産卵場ではどのような水温垂直分布になつてゐるかを調べてみることにする。

第2図には1954年における対馬海峡流域内にちるマイワシ主要産卵場の水温垂直分布のプロファイルを示した。これから、九州西海・日本海南部 (熊本県~山口県) の産卵場においては水温傾度はほとんどない、あるいはきわめて小さく、また、ここには示さなかつたが、酸素量の傾度もほとんどない。あるいはごくわずかにマイナスであることが多く、ほとんど海底まで均質な水によつて占められてゐる、したがつて不安定であること；日本海中部 (鳥取県~富山県) においては水温傾度はやや大きく (とくに50mと100mの間で大きく)、とくに産卵期後半 (たとえば、第2図における29~37) には大きくなり (この場合には、50mから100mの間、あるいは10mから50mの間で大きい)、したがつて次第に安定となること；日本海北部 (山形県~秋田県) にいたつて水温の傾度は一層大きくなり (10mから50mの間でとくに大きく)、安定な成層構造を形成するものになつてゐる。第3図は産卵場における表面と50m層の水温差を地理的に配列し



第3図 マイワシ産卵盛期における表面と50m層との水温差の地理的変化。
〔伊東 (1957) より；すこしく改変。〕

* この下方への細まり具合は、初期条件的には、親魚群による放卵行動によつて決定されたものであらうと考えられる。

** 今回のボンブ採集の場合は、採集時の擾乱がひどかつたためと思われるが、マイワシ卵のほとんどが白濁 (西村, 1958) しており、卵群が放出されてからまだ短い時間しか経過していないこととあいまつて、躍層の上下での発生進行度を比較しうほどの細かい観察は不可能であつた。

*** この場合の均質上層は風の擾乱 (stirring) によつて形成されたものではなく、夜間における放熱の結果、海面が冷却し、卵の拡散にはあまり影響がない程度の微細な乱子による熱対流がおこつて形成されたものと考えられる。

たものであるが、上にのべたことが明瞭に認められるであろう。すなわち、産卵場の位置が北偏するにしたがつて*、その水温傾度は次第に大きくなり、したがって垂直安定度も大きくなる。しかも、水温傾度が大きい層（＝躍層）の深度は日本海の中部から北部に向つて浅くなる様子がうかがわれる。これら、水質、地形の年次にも同様に認められる。

以上の結果を前節でのべたことに結びつけると、次のような推測が可能となろう：もし、マイワシ卵が表層のみならず50～100m層にも、あるいは、水温躍層以深にも浮游しているものならば、九州西海・日本海南部の産卵場では卵は上層浮游のものと下層のものとが混合する可能性があらうが、日本海中部、とくに日本海北部では卵の垂直混合は効果的に抑制され、上層のものと下層のものとはいはれが異なることなく、独自の発生を進める可能性が大きい。

IV. マイワシ卵の浮游深度

マイワシ卵の海中における垂直分布状態については、これまで断片的な報告がなされているにすぎないが、これから、はたしてどのくらいの深さまで浮游しているものであるかさぐつてみよう。早野（1953）は九州西海の産卵場において階層的採集をおこない、得られた結果から、マイワシ卵は50m以深にも相当量浮游しており、とくに発生若いもの＝前期卵は深層に多いようであると述べている。筆者が登登半島沿海でおこなった各層同時水平採集の結果は、1955年度の分の一部は前報（西村，1957）で挙げたが、その他、分および1954年度の成績を一括して第1表に示しておいた。これらは、水深による流速の差異がなければ、

第1表 能登半島沿海におけるマイワシ卵各層同時水平採集の結果（1954—55年）。

A. 1954年5月16日

採集位置：37° 31' N, 137° 00' E

時刻	採 集 水 深 (m)						
	3	8	13	23	33	53	73
17:10 — 17:40	39	—†	14	21	17	6	25
19:10 — 19:40	32	40	39	26	16	8	19

† 採集せず；以下同様。

B. 1954年5月17—18日

採集位置：37° 26' N, 137° 26' E

時刻	採 集 水 深 (m)						
	3	8	13	23	33	53	73
17:15 — 17:45	96	97	134	87	61	45	41
18:55 — 19:25	97	24	30	37	41	10	4
21:00 — 21:30	29	13	11	9	33	3	10
00:56 — 01:26	20	17	32	29	12	26	17
03:05 — 03:35	81	43	50	53	34	41	15
05:17 — 05:47	136	41	50	47	42	42	26
07:00 — 07:30	751	42	49	34	23	18	35
09:00 — 09:30	202	145	29	9	32	12	6
11:00 — 11:30	107	182	79	16	28	13	8
15:00 — 15:30	79	45	27	44	38	14	7
17:06 — 17:36	55	20	30	22	30	5	7

* あるいは、シーズンが進むにしたがつてといつてもよい。

C. 1955年4月22日

採集位置：37° 28' N, 136° 56' E

時 刻	採 集 水 深 (m)						
	3	8	13	23	33	53	73
13: 02 — 13: 32	166	575	470	28	25	21	25
15: 01 — 15: 31	261	632	227	31	9	8	22
17: 01 — 17: 31	163	90	87	6	3	3	11
19: 00 — 19: 30	119	159	212	53	20	9	7
21: 03 — 21: 33	130	197	179	40	20	4	11

D. 1955年5月10—11日

採集位置：37° 29' N, 136° 55' E

時 刻	採 集 水 深 (m)						
	3	8	13	23	33	53	73
18: 35 — 19: 05	44	167	—	187	69	106	49
20: 35 — 21: 05	12	128	185	—	56	129	110
22: 33 — 23: 03	8	77	298	346	104	64	107
02: 35 — 03: 05	1,304	1,648	634	349	449	148	166
04: 35 — 05: 05	—	303	456	214	287	117	141

E. 1955年5月15日

採集位置：37° 29' N, 136° 56' E

時 刻	採 集 水 深 (m)						
	3	8	13	23	33	53	73
10: 30 — 11: 00	414	287	328	327	62	41	46
12: 30 — 13: 00	550	302	113	90	80	23	32
14: 30 — 15: 00	454	148	184	105	79	15	17
16: 30 — 17: 00	689	253	390	213	102	62	39
18: 35 — 19: 05	846	205	194	457	85	60	29
20: 30 — 21: 00	491	486	303	311	122	71	79

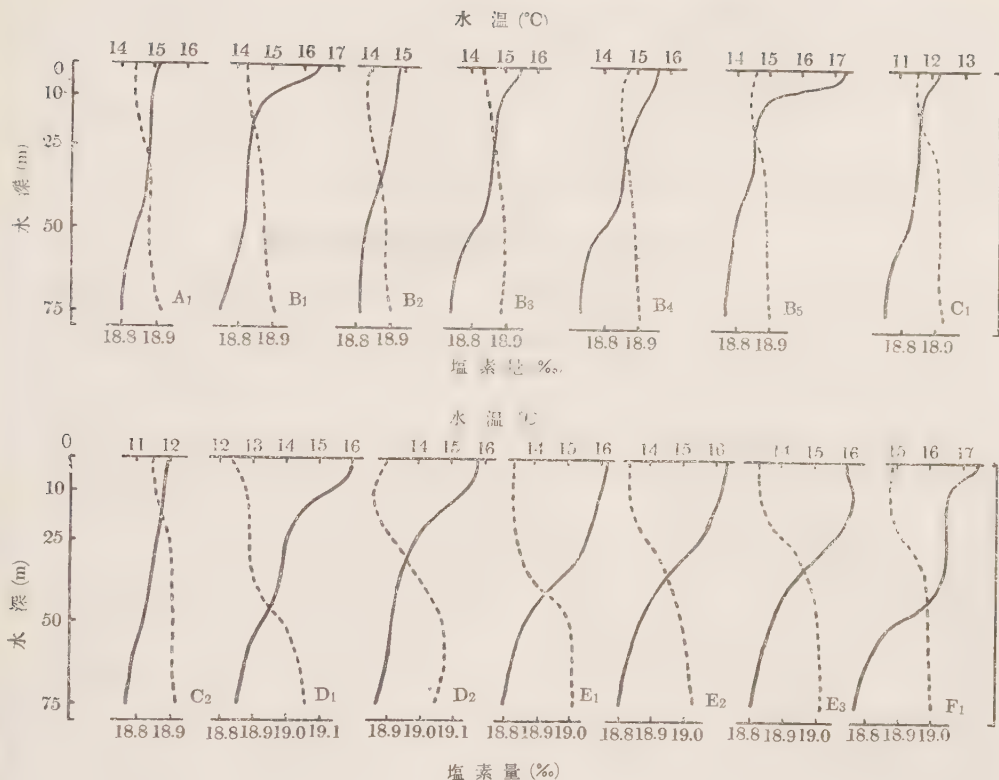
F. 1955年5月21日

採集位置：37° 28' N, 136° 56' E

時 刻	採 集 水 深 (m)						
	3	8	13	23	33	53	73
10: 35 — 11: 05	146	76	98	59	106	30	26
12: 30 — 13: 00	64	70	116	72	105	11	16
14: 30 — 15: 00	48	96	90	—	60	65	23

卵の垂直分布のプロファイルを与えるが*, じつはそうでないことが予想され, 一般に深層において表層におけるよりも流速が小さいと思われるので, じつさいは表に示された値よりも多くの卵が深層に分布していることが推定される. 第4図にこの水平採集がおこなわれた時の水温・塩素量の垂直分布状態を示した.

* この採集法は, 海底のプランクトン捕集力にのみ依存しているので, 流速の大小によって採集量が変わる. したがって, 相対的な分布密度を求めるには, 各層の流速によって補正しなければならないのだが, いまの場合はこれをおこなわなかった.



第 4 図 能登半島沿海のマイワシ産卵場において卵の各層同時水平採集がおこなわれた時の、水温（実線）と塩素量（破線）の垂直分布（1954年および1955年）。

- A₁. 37° 31' N, 137° 00' E; May 16, 1954; 17: 05.
 B₁. 37° 26' N, 137° 26' E; May 17, 1954; 18: 52.
 B₂. 37° 26' N, 137° 26' E; May 18, 1954; 02: 52.
 B₃. 37° 26' N, 137° 26' E; May 18, 1954; 06: 55.
 B₄. 37° 26' N, 137° 26' E; May 18, 1954; 10: 55.
 B₅. 37° 26' N, 137° 26' E; May 18, 1954; 15: 07.
 C₁. 37° 28' N, 136° 56' E; Apr. 22, 1955; 15: 00.
 C₂. 37° 28' N, 136° 56' E; Apr. 22, 1955; 19: 00.
 D₁. 37° 29' N, 136° 55' E; May 10, 1955; 20: 15.
 D₂. 37° 29' N, 136° 55' E; May 11, 1955; 02: 08.
 E₁. 37° 29' N, 136° 56' E; May 15, 1955; 12: 00.
 E₂. 37° 29' N, 136° 56' E; May 15, 1955; 16: 05.
 E₃. 37° 29' N, 136° 56' E; May 15, 1955; 20: 01.
 F₁. 37° 28' N, 136° 56' E; May 21, 1955; 21: 16.

また、手動式ポンプによる 50m までの各層採集（1955 年実施）の結果でも、時に 30m 層に 2 から 8 ～ 10 個 / 90 l、50m 層において 2 ～ 5 個 / 90 l という分布密度が観察され、マイワシ卵は相当深い層にまで浮游している場合のあることがわかった（NISHIMURA, 1957）。さらに動力ポンプによる 50m までの採集（1958 年実施）の結果でも、時に 50m 層にもかなりの卵が浮游していることが確かめられた（未発表）。この場合には 50m 以下層にも相当量の卵が分布していたであろうことは疑いを容れない。

以上のべたところから、少なくとも九州西海と日本海中部の産卵場において、マイワシ産卵は 50m 以深のかなり深い層まで——水温躍層が発達している場合にはその下方にまで、その量は表層付近よりは少いであろうが、とにかく分布していることがわかった。日本海北部については資料がない。

ところで、ヨーロッパの pilchard, *Sardina pilchardus* WALBAUM の卵の垂直分布については、RUSSELL (1961) は、それが60m層にいたるも表層の 3% 程度の密度で浮游していた例を挙げている。この場合には25~35m付近に躍層が顕著に発達していた。すなわち、躍層以深にも多くの卵が浮游していたことになる。しかし、SILLIMAN (1943) は California sardine, *Sardinops sagax caerulea* (GIRARD) の卵の垂直分布は水温のそれと関連をもっており、躍層以深には卵は多くないという結果を得ている。

卵の垂直分布状態と躍層との関係については、さらに一層の研究を要する。

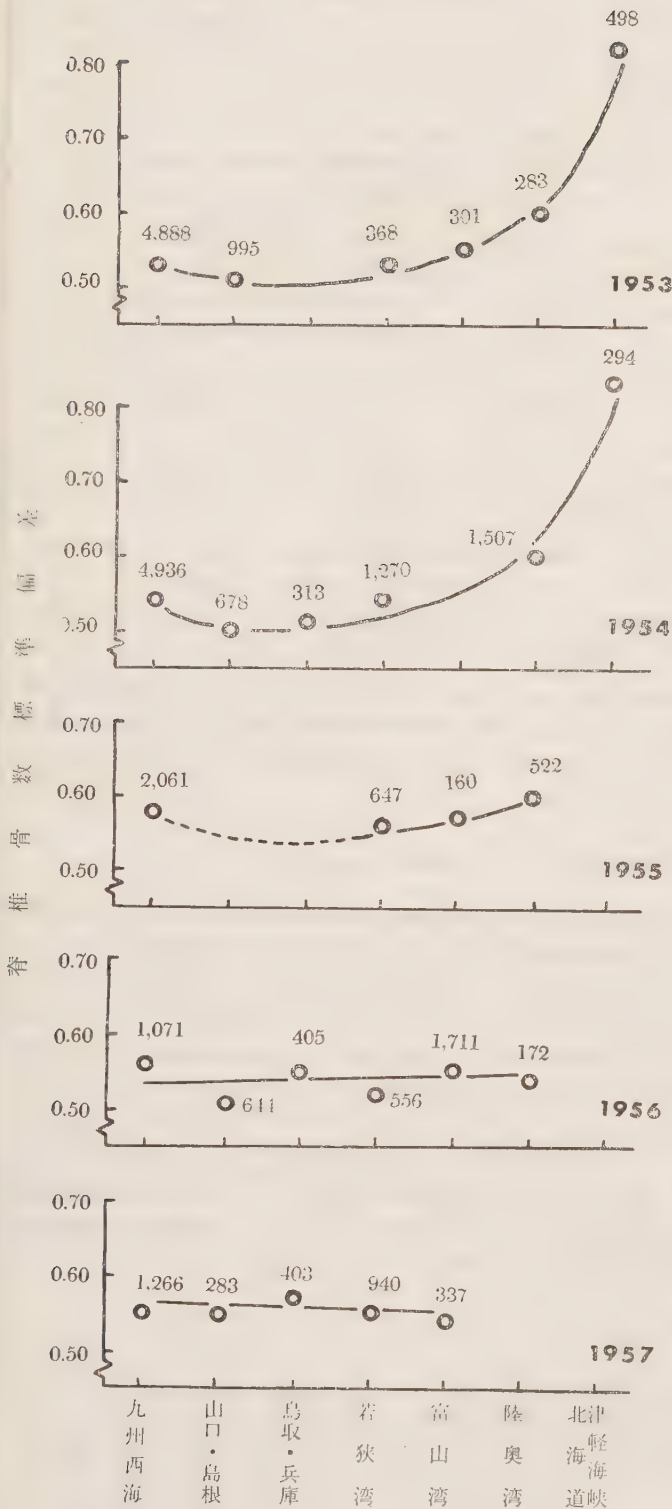
V. 卵の浮游状態からみた脊椎骨数変異の問題

前2節において筆者は、少くとも日本海中部の産卵場においては、マイワシ卵は躍層以深にまで浮游しており、かつ、この躍層以深の卵群と以浅のそれとはあまり混合しあうことなく、おたがいの垂直的な位置関係を比較的に変えないで浮游しつつ、発生を進める可能性の大きいことをのべた。九州西海・日本海南部では、卵はやはり深くまで分布しているが、成層が不安定なので、あるいは卵群の垂直混合の可能性が考えられる。日本海北部では、躍層が顕著に発達していて安定であるが、マイワシ卵が躍層以深にまで分布して、このような確証が得られる。しかし、躍層の位置がもつとも浅いところからみると、その可能性は考えられる。

さて、上にのべたことが正しいならば、このような卵の海中における存在状態とその時の海洋構造とは、マイワシにおける脊椎骨数、あるいはひろく体節の形質 (meristic characters) の変異に対して次のような影響を与え、可能性が考えられる：もし、マイワシにおける体節の形質の環境条件の変化に対して特に敏感な時期が卵発生期にあるならば、種々の環境因子の表層と下層との間における差異は、日本海中部（および北部？）の産卵場で産出されたマイワシ卵群に対して、より浅いところで发育を進めたもののほうが、より深い水深で发育を進めたものよりも少ない脊椎骨数をもつ個体を相対的により多く生ぜしめることとなり、なせならば、表層は下層よりも高温・低鹹であるからである（第4図参照）。発生初期における高温・低鹹が一般に低、脊椎骨数あるいは筋節数をもたらしことは多くの硬骨魚類について観察的あるいは実験的に知られている (SCHMIDT, 1918; HUBBS, 1922; GABRIEL, 1944; DANNEVIG, 1950; 久保, 1950; HEMPEL, 1953)*。これまでいわれてきたマイワシ脊椎骨数の北高南低、あるいは高水温期に低、低水温期に高という現象（雨宮・阿部, 1933; 雨宮・ほか, 1934; 横田, 1953）は、マイワシにもこの関係が成立することを暗示するものであろう。さらに、光、圧力、溶存酸素量も上述の脊椎骨数の変異にひと役かつていかもしれない。McHUGH (1954) は光線照射下で卵発生を進めた grunion, *Leuresthes tenuis* (AYRES) は、薄明下あるいは暗黒下で発生を進めたものより平均的に小さい脊椎骨数を示すことを実験的に確めており、LINDSEY (1958) は kokanee, *Oncorhynchus nerka* (WALBAUM) (陸封型) で光の照射時間の長い卵ほど脊椎骨数（ただし、caudal vertebrae のみを数えている）の低い仔魚を与えることをみている**。また、GOFF (1940) は zebra fish, *Brachydanio rerio* (HAMILTON) の胚子発生は高圧下で遅滞させられることをのべているが、筋節あるいは脊椎骨数の変異が個体発生過程における成長と分化とのアンバランスな促進あるいは遅滞によつてひきおこされるものとすれば、圧力差も体節の形質になんらかの影響をおよぼす可能性は考えられる。さらに、TANING (1952) が sea trout, *Salmo trutta trutta* L. について、SEYMOUR (1959) が chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* (WALBAUM) について実験的に明らかにしたところによれば、卵発生期における飼育水の低い酸素飽和度は高い脊椎骨数を与えるという。海洋における溶存酸素の現場飽和度 (saturation percentage in situ: MIYAKE, 1951) は深度を増すにつれて急激に減じ、対馬暖流域においては一般に表面では 100% 前後であるが、水深が 10m に達しないうちにすでに 50%, 24m で 30%, 50m では 15% に減じる (川本, 1952) から、マイワシについても同じ関係

* しかし、水温の体節の形質におよぼす影響は必ずしもこのような一義的なものでないことは sea trout, *Salmo trutta trutta* L. についての TANING (1952), chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* (WALBAUM) についての SEYMOUR (1959), あるいは paradise fish, *Macropodus opercularis* (L.) をつかつた LINDSEY (1951) の実験などの示すところである。また VLADYKOV (1934) などのように、塩分変化の体節の形質の変異に対して有する重要性について懐疑の見解を表明しているものもある。

** また、DANNEVIG (1950) は cod, *Gadus morhua morhua* L. の仔魚の脊椎骨数に対して光が影響を与えたと考えられる例もあげているが、これにはなお、水温および VLADYKOV (1934) の、いわゆる space factor も関与している可能性がある。



が成り立つとすれば、表層付近で発生を進めたものよりも、中層以深で発生期間の多くを過したもののほうがより大きい脊椎骨数をもつにいたる可能性が考えられる。

体節的形質が個体発生の中の段階まで環境の影響を受けて変異するものであるが、マイワシについては、わからないが、これまで他の若干の魚種についてなされた観光的・実験的研究の結果では、とくに敏感に影響される時期は個体発生のごく初期＝卵発生期にあるらしい。TANING (1952) の研究によれば、sea trout, *Salmo trutta trutta* L. の水温に対する supersensitive period は発眼期直前にある。また、SEYMOUR (1959) によれば、chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* (WALBAUM) では、卵発生期の前半にすでに脊椎骨数が環境の影響を受けて変化する時期 (plastic period) に入っているという。DANNEVIG (1950) の plaice, *Pleuronectes platessa* L. についての実験では、孵化後の水温は脊椎骨数にほとんど影響を与えなかった。しかし、いつぼう、HEMPEL (1953) は、herring, *Clupea harengus harengus* L. の筋節数は孵化後もなお水温によつて影響されることをみており、DANNEVIG (1932) も cod, *Gadus morhua morhua* L. の仔魚について同様と思われる例を報じている。魚種によつては、体節的形質の環境から影響を受ける期間が孵化後までつづいているものもあるらしい。

おわりに、本節でのべた筆者の見解を支持する、あるいは少くともそ

第 5 図 対馬暖流域で漁獲されたマイワシ当才魚の脊椎骨数標準偏差の地理的变化 (1953～1957年)。図中の数字は測定尾数を示す。

れと関連を有すると思われる事実をひとつ挙げよう：上述の推論から、九州西海・日本海南部の産卵場から由来したマイワシ群は、産卵場における水温・塩素量傾度が小さいこと、また、卵群の垂直混合の可能性が考えられることとのふたつの点から、脊椎骨数の変異の中が小さいであろう；これに対し、日本海中部（および北部？）の産卵場から由来した魚群は、もし、魚群の遺伝的構成が九州西海・日本海南部の魚群と同程度の **homogeneity** をもっているとするれば、脊椎骨数のより大きいちらばりかたを示すであろうことが結論される。第5図は対馬暖流域の各地で漁獲されたマイワシ当才魚の脊椎骨数の標準偏差を緯度の順にプロットしたものである。これをみると、1953年と1954年とは高緯度になるにしたがって脊椎骨数の分散が大きくなっていることがわかく、1955年にも同じような傾向がうかがわれるが、残念ながら高緯度（＝北海道津軽海峡沿岸）における資料がない。1956、1957年も高緯度における資料が欠けており、上の関係についての知見は得られない。九州西海・日本海南部で発生したマイワシ仔・幼魚群は比較的低緯度海域にとどまり、日本海中部（および北部？）で発生した仔・幼魚群はより北方まで分布するであろうこと、および、当才魚の時代にはまだ他地域からの魚群とあまり混合していないだろうことを考えると、少なくとも1953年と1954年の両年にみられた当才魚脊椎骨数の分散の地理的傾斜は、筆者の甲の浮游状態から推察した脊椎骨数変異の問題の帰結とよく一致することになる。

陸奥湾および北海道津軽海峡沿岸で漁獲されたマイワシ当才魚がいちぢるしく大きな脊椎骨数の分散を示すことは、すでに早野（1955）、渡辺（1958）などによつて報告されており、その原因についても、これまで、横田・浅見（1956）の、北海道の低い脊椎骨数を有する魚群は南海区付近の発生群によつて供給されたのではないかの説、あるいは渡辺（1958）の、陸奥湾で漁獲された、とくに標本平均値のちらばりの大きい1954年級の当才魚群に関する、〔日本海沿岸各地からの〕発生時期（＝発生環境）を異にするいくつかの系群の混合によるものであるとの説など、地理的にへだたつた、発生環境として異なる産卵場から由来した魚群の混合という概念によつて説明されてきた。これに対して筆者は、産卵場における卵の垂直分布と海洋構造との相互関連という観点からする、別の見かたも可能であることを示したわけである。いずれの説明が正しいかはここでは論じることをしない。これは将来の研究に残された課題であり、いずれ後報で論考を加える機会があろう。

VI. 要 約

能登半島沿海のマイワシ産卵場でおこなわれた、種々の深度の層の同時水平採集の結果から、マイワシ卵は海中にあつては、大規模なじょう乱を受けて表層に浮游しているものと下層のそれとが混合しあうということはあまりなく、むしろ、各個体の相対的な位置関係を比較的不変に保つたまま、卵群全体として浮上・沈降あるいは中立浮游の状態にあるものと想像された（西村，1957）が、この推定は、少なくとも日本海中部（および北部？）においては、各地の産卵場の卵群に対しても一般的にあてはまるであろうことが、各主要産卵場における海洋構造、とくに水温垂直分布の状況を参考としながら、論じられた。そして、もしこの結論が正しければ、日本海中部（および北部？）の産卵場から由来したマイワシ当才魚群は、九州西海・日本海南部の産卵場から由来したそれよりも大きな脊椎骨数の分散を示すであろうことが、両海区間における海洋構造の特性の相違から、推定された。おわりに、この推定された結果が、じつさに対馬暖流域の各地で漁獲された当才魚群の脊椎骨数の変異の状況と一致することを示し、このような立場からする脊椎骨数変異の問題の考察も可能であり、また必要であることをのべた。

文 献

- 相田広秋・小西芳太郎（1940）. まいわし漁業調査（第1報）まいわし [*Sardinia melanosticta* (T. et S.)] の年令と種族について. 水試報告, (10): 279—356.
 雨宮育作・阿部達夫（1933）. 日本沿岸特に太平洋岸におけるマイワシの地方的変異について. 水産学会報, 5 (4): 370—383.

* 北海道では1953年から、また青森県陸奥湾では1957年から、当才マイワシの来游が激減した。

- 雨宮育作・ほか (1934). 日本近海産マイワシの地方的変異, 特に脊椎骨数の変異について. 水産学会報, **6** (1): 1—12.
- DANNEVIG, A. (1932). Is the number of vertebrae in the cod influenced by light or high temperature during the early stages? *Cons. perm. internat. l'Explor. Mer, J. du Cons.*, **7** (1): 60-62.
- (1950). The influence of the environment on number of vertebrae in plaice. *Rept. Norweg. Fish. mar. Invest.*, **9** (9): 3-6*.
- 三上 信雄 (1953). メダカの尾鰭軟条数の変異に関する研究 I. 日本各地産野性メダカ. 軟条数の変異. 魚・雑, **3** (1): 33-35.
- (1954a), 同上 I. 日本各地産野性メダカの軟条数の変異 (続き). 魚・雑, **3** (2): 87-89.
- (1954b). 同上 II. 鰭条数についての交配実験. 魚・雑, **3** (3/4/5): 171-173.
- GABRIEL, M. L. (1944). Factors affecting the number and form of vertebrae in *Fundulus heteroclitus*. *J. exper. Zool.*, **95**: 105-147*.
- GOFF, R. A. (1940). The effects of increased atmospheric pressure on the developing embryo of the zebra fish, *Brachydanio rerio* (Hamilton). *Trans. Kansas Acad. Sci.*, **43**: 401-410*.
- 早野孝教 (1953). 産卵調査の検討としての基礎調査. 西海区水研いわし資源調査報告書 (昭和27年1~12月): 117—124 (騰写).
- (1955). マイワシ幼少期に於ける脊椎骨数測定結果. 西海区水研いわし資源調査報告書 (昭和29年1~12月): 81—83 (騰写).
- HEMPEL, G. (1953). Die Temperaturabhängigkeit der Myomerenzahl beim Hering (*Clupea harengus* L.). *Naturwiss.*, **40** (17): 467-468*.
- HUBBS, C. L. (1922). Variation in the number of vertebrae and other meristic characters of fishes correlated with the temperature of water during development. *Amer. Nat.*, **56** (645): 360-372*.
- 伊東祐方 (1957). イワシ類の生活史. 昭和29年鰹資源協同研究経過報告: 53-107.
- 川本 彊雄 (1952). 海水中の酸素飽和度——主として日本海の対馬海流域及びリマン寒流域. 日本研3周年記念論文集: 115-123.
- 久保達郎 (1950). サケの魚群と体節の数について (予報). 北大水産彙報, **1** (1): 1-11.
- LINDSEY, C. C. (1954). Temperature-controlled meristic variation in the paradise fish *Macropodus opercularis* (L.). *Canad. J. Zool.*, **32**: 87-98*.
- (1958). Modification of meristic characters by light duration in kokanee, *Oncorhynchus nerka*. *Copeia*, 1958 (2): 134-136.
- LOHMANN, H. (1908). Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. *Wissensch. Meeresunters.*, **10**, Kiel*.
- MCHUGH, J. L. (1954). The influence of light on the number of vertebrae in the grunion, *Leuresthes tenuis*. *Copeia*, 1954 (1): 23-25.
- MIYAKE, Y. (1951). The possibility and the allowable limit of formation of air bubbles in the sea. *Pap. Meteorol. & Geophys.*, **2** (1): 95-101.
- 村上 子郎・真道重明 (1949). 天草周辺における重要生物の資源学的研究 III. 天草沿岸のマイワシに就て. 日水会誌, **15** (3): 118—121.
- 中井甚二郎 (1938). 日本近海産マイワシの脊椎骨数と回游に就て. 付 欧州産及米国加州産サージンの比較. 水産研究誌, **33** (10): 437—456.
- ・ほか (1955). 昭和24~26年鰹資源協同研究経過報告. 東海区水産研究所, 84pp.
- 日本海区水産研究所 (1956). 日本海区鰹資源調査資料 B輯 (1954年度). 406pp. (騰写).
- 西村三郎 (1957). 浮游深度によるマイワシ卵の発生速度の相違について. 日生態会誌, **7** (2): 77-80.
- (1958). ネット採集によるフランクトン標本中にみられるマイワシ卵の卵黄卵塊現象とそれに関連した2, 3の問題. 日水研年報, (4): 87-103.
- (未発表). マイワシ発生初期卵群の海中における行動. (日漁研会誌に発表予定).
- NISHIMURA, S. (1957). On some plankton animals occurring in spring off Wajima, Noto Peninsula, Japan Sea, with special reference to their vertical distribution. *Ann. Rept. Jap. Sea reg. Fish. Res. Lab.*, (3): 61-71.
- RUSSELL, F. S. (1926). The vertical distribution of marine macroplankton II. The pelagic young of teleostean fishes in the daytime in the Plymouth area, with

* 直接に参照することを得なかつた。

- a note on the eggs of certain species. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **14** (1): 101-159.
- SCHMIDT, J. (1918). Racial studies in fishes I. Statistical investigations with *Zoarces viviparus* L. *J. Genetics*, **7** (2): 105-118*.
- 西海区水産研究所 (1956). 西海区鯔資源調査資料 B輯 (1954年度). 428pp. (騰字).
- SEYMOUR, A. (1959). Effects of temperature upon the formation of vertebrae and fin rays in young chinook salmon. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **88** (1): 58-69.
- SILLIMAN, R. P. (1943). Thermal and diurnal changes in the vertical distribution of eggs and larvae of the pilchard (*Sardinops caerulea*). *J. mar. Res.*, **5** (2): 118-130.
- SVERDRUP, H. U. *et al.* (1942). *The oceans; Their physics, chemistry, and general biology*. Prentice-Hall, New York, 1, 087pp.
- TÄNING, Å. V. (1952). Experimental study of meristic characters in fishes. *Biol. Rev.*, **27** (2): 169-193*.
- VLADYKOV, V. D. (1934). Environmental and taxonomic characters of fishes. *Trans. Roy. Canad. Inst.*, **20**: 99-140*.
- 渡辺 和春 (1958). 対馬暖流水域におけるマイワシ当才魚の脊椎骨数. 日水研年報, (4): 121—133.
- WILLER, A. (1923). Untersuchungen über das Wachstum bei Fischen II, III und IV. Weitere Untersuchungen über den Einfluss äusserer Faktoren auf das Wachstum der Bachforellenbrut. *Zeitschr. Fischerei*, **26**: 565-606*.
- WORTH, S. G. (1898). The shad. In: A manual of fish-culture (prepared under the direction of J. J. BRICE). *App. to Rept. U. S. Comm. Fish and Fish.*, **23**(1897) : 133-158*.
- 横田 滝雄 (1953). 日向灘・豊後水道のイワシ類の研究. 南海水研報告, (2): 1-25, 124 pls., 47 tabs.
- ・浅見 忠彦 (1956). 昭和28年鯔資源協同研究経過報告. 南海区水産・商報, 11pp.

日水研年報, (5) : 61-75, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 61-75, 1959.

1955年 春季 能登半島近海におけるキウリエソの 産卵ならびに卵・仔魚の生態

西 村 三 郎

Observations on the Spawning and the Early Life History of the Pearlsides in the Adjacent Waters to Noto Peninsula in the Japan Sea

BY

SABURO NISHIMURA

Abstract

Plankton samples taken from the adjacent waters to Noto Peninsula, Japan Sea, during the surveying cruise made in April 26 to 28, 1955, contained large quantities of the pelagic eggs and larvae of the pearlsides, *Maurollicus pennanti japonicus* ISHIKAWA (Gonostomatidae; Clupeida). Examinations into the materials have led to the following findings concerning ecologic aspects of this bathypelagic fish.

1. The samples obtained by straining the water column more than 120m deep in the offing 10 miles and more away from the coasts always contained the pearlsides eggs, and the samplings otherwise made, *i. e.*, either hauled from shallower depths or in the coastal waters, yielded no egg at all.

2. The larvae, on the other hand, showed a wider range of distribution than the eggs, *i. e.*, they were obtained also from the shallower depths as well as from the coastal waters.

3. From the above mentioned, it has hypothetically been considered that the gonostomatid fish egg, spawned out presumably in the upper layer, would sink down into middle to deep waters, as it is heavier than the ordinary surface water, and that the hatched embryo which has been deprived of the heavy gelatinous egg envelope would either float up owing to its lighter specific gravity or swim up through its own activity to the shallower layers where prominent water currents are prevailing and thus be carried away to dispersed places. Some facts in favor of this hypothesis have been mentioned.

4. The time required by the pearlsides egg to hatch out has been estimated to be 5.5 to 6.5 days under the temperature of its natural habitat.

5. An estimation has been made on the abundance of spawning of the pearlsides in the surveyed area ($1.51 \times 10^4 \text{ km}^2$) and been compared with that of the sardine in the same area. The amount of daily spawning has been calculated as 2.27×10^{11} (C. V. 6.8%) for the former species and as 1.72×10^{12} (C. V. 35.5%) for the latter. Both may no

doubt be under-estimates. Taking into account the fact that only upper parts of the floating layer of the gonostomatid fish eggs were covered in the sampling, the above-given value for this fish may well be augmented by a fairly large factor in order to get a more exact figure of its spawning. As a result, it may be stated that the pearlsides stands comparison with the sardine in the magnitude of spawning. The population of the adult pearlsides having brought this spawning may exceed by far that of the sardine, as the number of eggs laid down in a single spawning may doubtlessly be much smaller in the former than in the latter.

6. Through the observations on the gut contents, the pearlsides larvae have been shown to be predators upon such minute pelagic animals as copepod eggs and larvae as well as microcopepods.

I. ま え が き

キウリエソ *Mauroliscus pennanti japonicus* ISHIKAWA は, Lilliputians あるいは twilight fishes という名で呼ばれる海洋の中層から深層にかけてひろく分布している特異な魚類 community のなかの 1 員であつて、とくに日本海には多量に棲息しており、種々の大型の中層・底層魚類の重要な餌料となつているヨコエソ科 Gonostomatidae に属する小型魚である (西村, 1957). 日本海における生物的生産を考察する場合にはもちろんのこと、本種を餌料としている種々の重要水族 (たとえば、スケトウダラ、ハタハタ、ニギス、ホッケ、アカガレイ、スルメイカなど) の生態を究明するうえにも、本種についての生物学的知見は重要な役割をはたすであろうと期待される。

すでに筆者は、本種の卵の海中における垂直分布の特性について論じた (NISHIMURA, 1957). これは 1954 年春に富山湾口でおこなわれた採集に基づくものであつたが、その結果、本種の卵は中層浮游性であるらしいことが判明した。今回は、能登半島外浦海区において 1955 年 4 月におこなわれた採集の結果に基づいて、水平分布を中心として考察した本種の産卵および卵・仔魚の生態について報告する。

本論に進むにさきだち、この研究にいろいろとご協力を賜つた日本海区水産研究所の伊東祐方、笠原昭吾の両氏ならびに調査船第二旭丸の各位に心から感謝の意を表する。

II. 資 料

卵・仔魚の標本は 4 月 26 日から 28 日にかけておこなわれたマイワシ産卵調査航海のさい 23 点においてなされたプランクトン採集によつて得られた。採集点の位置は第 1 図および付録 2 に示したとおりである。採集方法は通称 ㊦ ネット (口径 45cm, 長さ 90cm, 篩絹 GG 54) の垂直曳で、採集深度は 150m, 水深がそれよりも小さい場合には海底直上から曳きあげた。曳網速度はほぼ 1 m/sec. サンプルはただちにフオルマリン溶液で固定し、研究室に持ちかへつて検鏡に供せられた。なお、プランクトン採集と併行して水温および塩素量の測定もおこなわれた。観測線 I, II, III に沿う水温断面を第 3 図に示した。

III. 結 果

サンプル中よりキウリエソ卵および仔魚を摘出し、卵は发育段階別に計数し、仔魚については全長の測定をもおこなつた。

卵の发育段階分けは、マイワシ卵に関する中井の方式を少しく改変した次のような 11 段階の方式をもちいた：

AP; AM; AB; Aa; Ab; Ac; Ba-b; Bc; Ca; Cb; Cc.

それぞれの段階の説明に関しては付録 1 を参照されたい。

とりまとめた結果は付録 2 および第 2 図に示した。

さて、それぞれのサンプル中に見出されるキウリエソ卵群の发育状態を観察すると、マイワシ卵などにおけると同様に、上掲のすべての段階が連続してみられることはなく、发育程度の飛躍的な差異によつて比較的偶然と区別されるいくつかのグループの存在していることが認められる。これは本種の産卵が終日連続し

ておこなわれるものではなく、ある特定の時刻に集中しておこなわれるものであることを暗示する。すなわち、age category の存在を予想させる。付録2では、同一の age category に属すると思われる发育段階のものを括弧でつつんで示してある。

なお、同じ付録のなかの採集深度とはネットにとりつけた鋼索のくりだした長さを傾角で補正して求めた値である。



第 1 図 1955年4月26～28日におこなわれた調査航海の採集・観測の定線（I，II，III）および定点の位置を示す。

IV. 考 察

1. 卵・仔魚の分布状態

付録2から次のことがいえる：キウリエソ卵は距岸10哩以上の沖合で、120m以深より採集した場合にのみ出現し、かつ、その場合には常に出現した。また、仔魚は卵よりも広範囲にわたって出現し、とくに距岸10哩以内の水深の浅いところからも採集されたことは注目に値する。

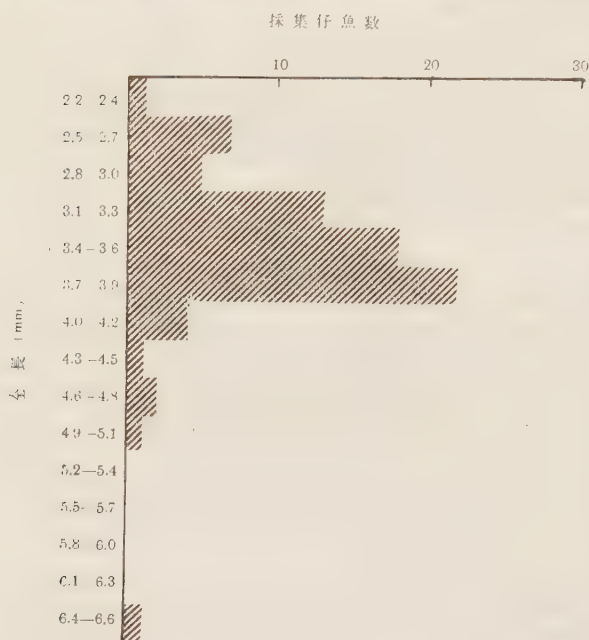
いかなる理由でこのような分布状況を示しているのか、次にこの点について少し考えてみよう。第1図には調査海域近海の200m、500m、1,000mの等深線をかきいれてあるが、これから、キウリエソ卵は、200m以浅の、いわゆる陸棚上にはあまり出現せず、陸棚縁辺部およびその沖合に多く出現しており、しかも、若狭湾寄りの陸棚縁辺および斜面上にはとくに多いことがわかる。すなわち、卵の分布は海底地形と関連があるように思われる。これに対して仔魚の分布は陸棚上にもみられる。しかし、若狭湾寄りの陸棚縁辺および斜面上に多いことは卵の場合と同様である。以上のことは、(1)キウリエソ卵の起源は陸棚縁辺および斜面上の海域にあり、しかも、(2)卵は主として中層以深に浮游していること、また、(3)仔魚は卵より浅い水深にも浮游しており、したがって、(4)このような浅い水深において顕著な流動によつて運搬されて仔魚はごく沿岸部にも出現するようになることを暗示していると考へられる。すなわち、キウリエソにおいては、卵と仔魚とで浮游層の深度がちがうのではないかと考えられるのである。

これらの想定 of 妥当性については、(1)の産卵場の問題は後に論じるとして、(2)については、もし、キウリ

エソ卵が孵化にいたるまで表層付近に浮游しつづけるものであるならば、対馬暖流沿岸分枝の陸岸に向う成分流（これは比較的浅い層に限られていると思われる）と、この季節にしばしば卓越する SW 系の風によって*、表層付近に発達する E~SE に偏した吹送流とによつて、この魚卵は陸岸に向つて運搬されて 10 哩以内の浅いところからも採集されることが期待されてよい** のに、じつさいは採集されない。したがつて、キウリエソ卵は表層浮游卵ではないだろうとの想定に導かれるわけであるが、さらに一歩進めれば、この魚卵は主として 100m 以上の深度に浮游しているものではないかとの推定に達する。卵は 120m 以深からネットをひき揚げた場合にのみ採集されたことはこれを裏づけなくてはならぬ。そして、この結論はさきに筆者が報告した結果と矛盾しない（NISHIMURA, 1957）。

次に命題(4)は(3)を前提として成立するものであるが、この(3)の命題に関連しておもしろいのは仔魚の体長組成である。第 2 図に今回得られたキウリエソ仔魚の全長組成（測定不能の 2 尾を除く；本種の孵化直後の

仔魚の全長は約 2.5mm）を示してあるが***、この組成図をみて不思議に思われることは、全長範囲 3.7~3.9mm の仔魚がもつとも多く、それよりも小型のもののほど少数しか採集されていないことである。孵化後しだいに死亡および逸散によつて減耗していくという原則からすれば、さらに、本種も、一般の硬骨魚類同様、発生初期にはその成長速度が時間に関して指數的に増加していく（SETTE, 1943）ものとなれば、体長の小さい仔魚ほど多数採集され体長が大きくなるにつれて急激に採集尾数が減少しなければならぬ筈である。この観点からすれば、本種の孵化は、今回の採集の及ばなかつた場所において多量におこなわれ、仔魚はそこから次第に移行してきたためであると考えなければ、このような体長組成の由来は理解できない。小型の仔魚が篩網の網目からぬけ落ちるといふことはまず考えられないからである****。そして、これには次のふたつの場合が可能な説明としてあげられるだろう：(1)水平的



第 2 図 採集されたキウリエソ仔魚の全長組成
(フォルマリン液浸標本にもとずく測定)。

にみて、対象海域の外部の海面において多量の孵化がおこなわれ、仔魚はそこから次第に対象海域内に流入してくるためであるとみることに；この場合には、対象海域の潮上に当る若狭湾海域がとくに重要であろう。移流の点からみても、また、対象海域内における卵の分布状態からみてもその潮上にはより大きな産卵の中

* 1955年4月18日から28日にかけての輪島測候所における観測によれば、18~20日の間はN~NE系の風が卓越していたが、22日、とくに23日からはSSW~WSW系の風が卓越し、この状態は28日まで続いた。今回採集された卵の移流に影響を及ぼすと考えられるのは20日以降の風である。

** 能登半島外浦海区においては、200m等深線をもつて標示される陸棚縁7部はだいたい距岸20~40哩のところを走っており、この付近で産卵されるとすれば、本種の孵化日数は今回の卵の浮游層の水温下では5.5~6.5日と推定されるので（後述）、表層付近の沿岸流によつて運ばれるならば、孵化するまでに陸棚上の奥深く、陸岸のごく近くまで漂流してくる可能性が充分考えられる。

*** 測定はすべてフォルマリン液浸標本についておこなわれた。したがつて約10%の縮少が考えられる。

**** 孵化後間もないと思われる全長2.5~2.6mmの仔魚では卵黄の中央を通る断面が最大でその長軸は0.50~0.65mm、全長3.0~3.5mmのものでは同じ断面の長軸が0.45~0.55mmのものもあるが、一部では卵黄を吸収しつつ直前にあり、これらのものにおいては頭部が最大断面でその長軸は0.40~0.50mmとなつてゐる。いずれもフォルマリン液浸標本についての測定であるから、約10%の縮少が予想される。これに対し、篩網（GG 54）の網目の大きさは0.25~0.30mmである。ただし、曳網中はこれに張力が働いて多少伸長することが考えられる。

心が存在していたことが期待されるからである。(2)垂直的にみて、キウリエソ卵の孵化は主として深層においてこなわれ、孵出した仔魚はしだいに浮上してきて採集の深度範囲に入るためであるとみること。この両者のうちのいずれが妥当であるのか、はたまた、この両者がともに働いているのか、ここでは断定がたい。それはともかく、もし(2)のように考えることが許されるならば、前に推測された卵と仔魚との間の浮游水深の相違とも一致し、そして、これから流動の水深による相違を考慮することによつて必然的に、じつさに観察された卵・仔魚の水平分布の相違へと導かれるわけである。

なお、このほかにも、キウリエソ卵の中・深層浮游、仔魚の表層浮游を支持すると思われたいことがある：(1)かつて、神谷 (1916) は、館山湾から得られたこの魚卵* を水槽中で飼育して、それが普通の海水中では沈降性であることを観察した。すなわち、海水よりも比重が大きい。(2)この魚卵のいちぢるしい特徴のひとつは、多数の突起を有するゼラチン質の厚い卵被によつておおわれていることである。この卵被は、おそらく

第 1 表 (稚) ネットの表層曳きによるキウリエソ卵の採集記録
〔西村 (1957) より〕

採 集 期 日	採 集 点	発 育 段 階 別 採 集 卵 数						
		AP	AM	AB	Aa	Ab~Cc	不明期	
Oct. 11, 1954	福 井 st. 3	3	42	5	19	1	7	
Oct. 11, 1954	福 井 st. 5	0	0	30	33	16	3	
Nov. 1, 1955	兵 庫 st. 3	0	2	0	0	0	0	
Nov. 1, 1955	兵 庫 st. 5	0	3	0	0	1	0	
Nov. 7, 1955	富 山 st. 2	0	0	0	1	2	0	
Nov. 7, 1955	富 山 st. 6	0	1	1	0	2	0	
Nov. 12, 1955	福 井 st. 3	0	0	4	1	3	0	
Feb. 19, 1956	島 根 st. 40	0	2	3	3	0	0	
June 1, 1956	福 井 st. 3	0	7	0	0	0	1	

† (稚) ネットは口径 1.5m (または 1.3m)、長さ 4.5m の大型プランクトン・ネットで、網口から 2/3 の網地は 140 径のもじ網、残りの網尻 1/3 は GG 38 の篩網よりなる。これを口径の上方 1/3 が水面上に出るようにして約 2 ノットの速度で 10 分間曳航する。

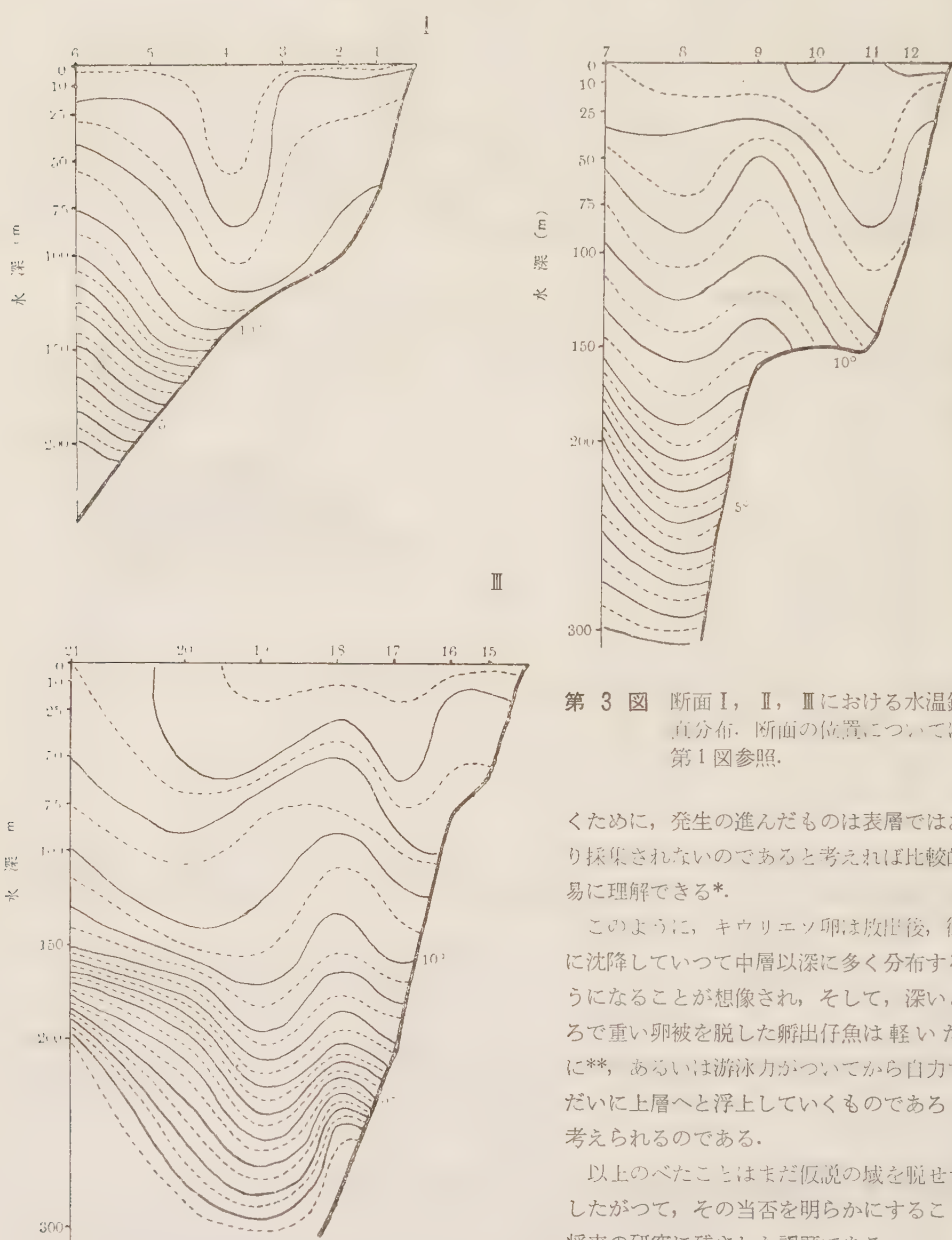
糖タンパクあるいは多糖類を主成分としたものであらうと思われ、また海水を吸収して膨潤したものである (SANZO, 1931) から、その比重は海水よりもかなり大きいであらうと考えられる**。おそらく、これがキウリエソ卵の buoyancy*** をいちぢるしく減殺せしめて、その結果、この魚卵は普通の海水中では沈降するにいたるのであらう。また、卵被上の多数の突起はこの卵の沈降速度を小さくするように適応した形質にほかならないと思われる。(3)キウリエソ卵は時と場所とによつては、海面からも採集されることがあるが、

* 神谷 (1916) の報告では “マクルラス科魚卵” となっている。この問題については西村 (1957) を参照されたい。

** ゼラチン質の卵被あるいは卵帯を有する魚卵はアンコウ類、イザリウイ類、フカウサゴ類などで知られており、これらはいずれも浮游性のようである。キチジ *Sebastolobus macrochir* (GÜNTHER) の卵については、ゼラチン質に包まれている時は水面下 (表層部) に沈むが、ゼラチン質から分離すれば表面に浮くといわれ (東北海区水産研究所八戸支所, 1953)、また、ミノカサゴ *Pterois lunulata* TEMMINCK et SCHLEGEL (水戸・内田, 1953) およびカリフォルニア沿岸の *Scorpaena guttata* GIRARD (ORTON, 1955) では個々の卵およびゼラチン質に包まれた卵塊ともに浮游性であるというが、これらの卵塊は 1 空となつてゐるという。これらから考えると、魚卵のゼラチン質外被あるいは卵帯は海水よりも比重が大きいのではないかと推測される。また、魚卵の外被ではないが、DENTON and MARSHALL (1953) によれば、深海魚 *Chauliodus sloani* SCHNEIDER の体表を被うゼラチン質膜は海水中で沈降するといわれている。

*** キウリエソ卵は、卵被を除外すれば、きわめて浮游生活に適応した形態をそなえている：(1) Ovum の大きさに比して著しく大型の単一油球を有し (前者の直径 0.7mm に対して後者の直径 0.23~0.27mm；典型的な浮游性卵であるマイワシ卵については ovum 径 0.8mm に対して油球径 0.16~0.18mm)、(2) 卵腔が比較的せまい (マイワシ卵ではきわめて広い)。

その場合には発生のごく初期にあらずんば多く、発生が進んだものは非常に少ない。たとえば第1表に示したごとくである。これも、キウリエツは海水よりも比重が大きく、表層付近で放出されても徐々に沈降してい



第3図 断面I, II, IIIにおける水温・塩分分布。断面の位置については第1図参照。

くために、発生が進んだものは表層ではあまり採集されないのではと考えれば比較的容易に理解できる*。

このように、キウリエツ卵は放出後、徐々に沈降していつて中層以深に多く分布するようになることが想像され、そして、深いところで重い卵殻を脱した孵出仔魚は軽いために**、あるいは游泳力がついてから自力でしだいに上層へと浮上していくものであろうと考えられるのである。

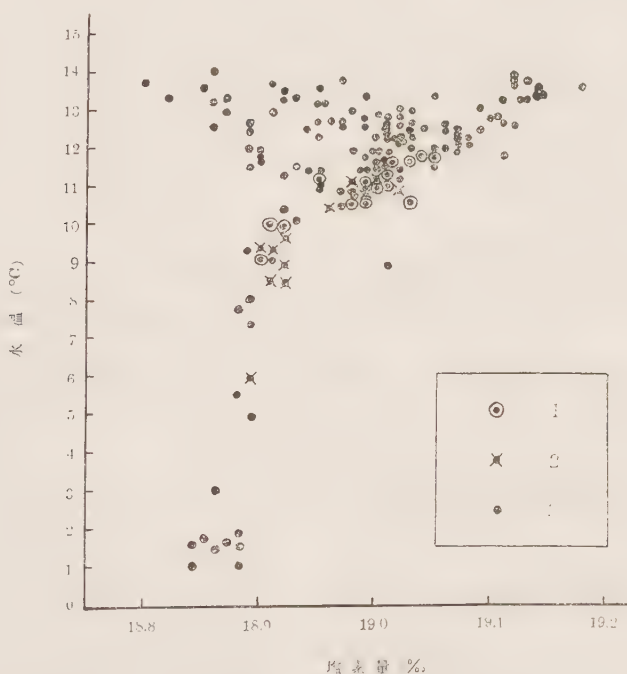
以上のべたことはまだ仮説の域を脱せず、したがって、その当否を明らかにすることは将来の研究に残された課題である。

* これは、しかし、それぞれの発生段階の継続時間の差異、あるいは卵期における高い死亡率を仮定しても説明されるが、少なくとも後者については、本種の再生産力と成魚の現存量（後述）とを考慮すれば、その可能性は低いといえるようである。

** 本種はきわめて embryonic な状態で孵出するものであることが推定される：すなわち、孵化直後と思われる仔魚はまだ胚体が充分伸長せず、大型の卵黄を存し、卵球の吸収もまだほとんどみられない。したがって、卵黄物質の分解消耗ならびに浸透圧的脱水による体比重の増大がまだ顕著でない時期に孵化がおこるものであろうと思われる。これと前にのべたように、ovum 自身の初期比重がマイワシなどのそれと比較してかなり小さいと考えられることを考慮すれば、孵出直後のキウリエツ仔魚はおそらくまだかなりの buoyancy を保持しているのではないかと想像される。

おわりに、もし前述したように、キウリエソ卵が距岸10浬以上で、深度100m水深の水層に浮游してゐるものとすれば、この魚卵の浮游層はいかなる水型に属する水によって占められているものであろうか。第3図は採集と併行しておこなわれた観測の結果に基づいてえがかれた水温断面図であるが、ここには、冬季対流期が終つて、まさに成層期に移行しようとしている典型的な断面をみることができる。100~150m層までは水温梯度が小さく、比較的均質な水が拡がっている。150~200mあるいは200m層付近で水温は急激に減少しており、固有下層冷水塊（宇田, 1934）との間の躍層がこの付近に存在してゐると認められる。したがつて、150~200mあるいは200m層付近においては比重もまた急激に増大しているものと推定されることがつた。また、異種水塊の境界面においては鉛直渦拡散係数が減少して、沈降物あるいは浮上物への障壁の役目を果たすので、キウリエソ卵がこの躍層以深にも分布することは考えがたい。おそらく、キウリエソ卵は主としてこの不連続層の上に横たわる水塊中に含まれているとみてよいであろう。

第4図は今回の観測の結果を全部考慮に入れてえがかれた T-Cl ダイアグラムである。図中の dotted circle および dotted cross は10浬以上沖合のそれぞれ100mおよび150m層に横たわる水、つまりキウリエソ卵をその内部に含むと推定される水塊の、おそらくは marginal water を示している。そして、これらによつて囲まれた内部がその水塊のタイプの範囲を示すとみてよいだろう。これから、キウリエソ卵が



第4図 今回の観測の結果にもとづく T-Cl ダイアグラム。

1. 100m層における T-Cl 特性;
2. 150m層における T-Cl 特性;
3. 0, 10, 25, 50, 75, 200, 300mの各層における T-Cl 特性。

その内部に浮游して、その卵発生の主要な部分をおくる水塊は温度9~11°C、塩素量18.9~19.0‰（塩分34.1~34.3‰）の水であらうとの推測に達する。これは、冬季対流期における日本海の日本列島側における対流圏の水の温度および塩素量（宇田, 1951）にほぼ一致する。したがつて、これは冬季対流によつて形成された水であるとみられる。かくて、筆者がさきに富山湾での採集結果に基いて得たのと同じ見解に達するわけである（NISHIMURA, 1957）。

2. 孵化日数の推定

すでにのべたように、採集されたキウリエソ卵群には **age category** の存在が予想された。したがって、もし産卵が1日に1遍だけおこなわれるとすれば、1回の採集によつて得られる卵群中に推定される **age category** の存在可能な最大個数値から孵化日数の大体を推測することができる。付録2によれば、採集の結果見出された **age category** の最大個数は **st. 20** の5個であるが、顕微鏡によつて詳細に観察したところ、**age category**: {Ac, Ba-b} と {Ca} との間では発育段階のひらきが大きすぎ、おそらくこの間で **age category** が1個欠除しているであろうと判断された。このことは、**st. 18** および **st. 19** における **age category** の構成をみれば一層明らかである。すなわち、これらの **categorical series** における {Ac, Ba-b} と {Ca, Cb} とは、発生時間1日だけの差異に対応する発育段階の差異としてよきなりにも大きすぎる*。これらの間には **age category** が1個（おそらく {Bc} と指標すべきもの）欠除していると思ふべきではない。

付録2には、このようにして推定された **age category** の欠除を、じつさいに採集された **age category** の3個以上の場合について、>印をもつてその位置を示した。

したがつて、**st. 20** の場合、**age category** はじつさいは6個なのであり、これで完全に連続した **categorical series** となったわけである。そしてこのシリーズのうちの第1番目の **age category** は発育段階が未分割期であつて、したがつて放出直後の卵であろうこと、および、卵としては第6番目の **age category** が最後であつて、第7番目のそれはすでに前期仔魚期に移行しているであろうことも推定された。同様にして、**st. 7, 9, 22** の場合も存在可能な **age category** の最大個数は6であり、**st. 18** および **st. 19** の場合のそれはうまいし6**であることが推定される。しかも、これらの場合にはいずれも、第1番目の **age category** はかなり発生の進んだ段階（**Morula** 期ないし **Blastula** 期）にある。

以上の点を考慮すると、その浮游層における水温、すなわち、9～11°Cでのキウリエソの孵化日数は5.5～6.5日と推定されるのである***。

産卵時刻に関しては、今回の資料からは論じることができない。未分割期の卵が深夜にただ1個採集されたのみである。この問題についてはすでに筆者ののべるところがあつた。すなわち、親魚が表層付近に浮上してくる夜間に産卵がおこなわれるのであろうという見解である（西村、1957）。今回のただ1個の未分割期卵の採集例はこれと矛盾しない。はたして、この見解が正しいならば、上記の孵化日数の推定値は一層確からしいものとなるわけである。

キウリエソ卵の孵化日数については、今回のように、採集の結果に基づいて、したがつて、その浮游層の水温下における値について推定をおこなつたものはこれまでまつたくない。ただ、SANZO (1931) が地中海産のキウリエソ *Maurolicus pennanti pennanti* WALBAUM について人工授精をおこなつて観察し、“水温によつて異なるが3日以内であつて、おしり短い”とのかべているのにとどまる。この飼育をおこなつた際の水温の範囲については明記されていないが、とにかく、この値からみると、今回の推定は2.5日以上長い。これはおそらく、SANZO (1931) の飼育は今回のキウリエソ卵の浮游層の水温（浮游層を100～150mとすれば9～11°C）よりもかなり高温に偏つた条件下でおこなわれたためであろう。というのは、地中海中部の表層水および接地大気の最低月平均温度はそれぞれ14°C、8°C前後であり、また *M. pennanti pennanti* WAL. の棲息深度である600m以上の深層水の温度は年間を通じて13.6°Cの一定値を保っているから（POLLAK, 1951; 川畑・ほか、1954）、飼育はおそらくこれらの値よりも高い水温の下でおこなわれたであろうと想像されるからである。

* マイワシの卵発生では、伊東 (1958) によれば、{Ac, Ba-b} と {Ca, Cb} との間の継続時間は孵化時間（＝全卵発生時間）の35%に相当する。のちに示すように、キウリエソとマイワシは孵化時間の長さに関して大差なく、その卵発生はほぼ同様な過程と速度で進むものと考えてよい。もし、キウリエソ卵において、{Ac, Ba-b} と {Ca, Cb} との間で **age category** の欠除がないとすれば、その孵化時間の長さは約3日ということになり、**age category** が、すでにかなり発生時間が経過したと思われるものを先頭にして、一度に4個も採集されている事実と矛盾する。しかし、それらの間で1個欠除しているとすれば、孵化時間は5.6日という計算になり、のちにのべるように **age category** の個数から推定される孵化時間と一致する。

** その時刻までに産卵がはじまつていなければ5、はじまつていれば6となる。

*** 伊東 (1958) によれば、マイワシの孵化時間は水温10°Cにおいては6.2日であつて、したがつて、キウリエソのそれと大差ないことになる。

3. 産卵場所について

これまで得られた結果を総合して、次に、キウリエソの産卵場所について若干考察を加えてみよう。すでにのべたように、本種の卵の孵化日数はそれほどながくないと推定されること；あるいは、採集された卵群中には放出されてから比較的短時間しか経過していないと思われる発育段階のものが見出されたこと；さらに、この卵が浮游している水深では流速はおそらく小さいと推定されることなどから、キウリエソの産卵は、卵の出現した場所からあまりはなれていないところでおこなわれたものと考えてよいだろう。このことに関連して、卵が距岸10哩以内の浅い水域からはまったく出現しなかったこと；200～300m等深線上でまったく多量の卵が得られ、ことに発生初期の卵はほとんどこの水深帯上のみ出現する傾向のみられたことは注目に値する。富山湾から佐渡にいたる海域を調査した伊東・ほか（1951）も、本種の卵* は200m等深線以浅においてみられないとのべている。

これから、日本海沿岸におけるキウリエソの産卵は200m等深線付近およびそのやや沖寄り、すなわち陸棚縁辺および斜面部においてとくに盛んにおこなわれるのではないかと予想が得られる。すでに筆者は、日本海における本種の昼間の棲息深度を150～160m以上、とくに250～300m付近に多いと報告した（西村，1957）。すなわち、キウリエソは特殊な場合を除き、150～160m以浅の海域には棲息しないと考えられ、これが、10哩以内の浅い水域から本種の卵が得られなかったことの理由であろう。また、陸棚縁辺および斜面部というところは、本種の最多棲息層が海底と近い部分であつて、このことから、あるいは、この部分で最も多数採集されたこととならうとの関係をもつものかもしれない。これに関連して、陸棚あるいは陸棚縁辺部で、キウリエソがその重要な部分を構成していると考えられる D. S. L. (MARSHALL, 1951; 西村, 1960) がとくにしばしば出現すること、あるいは、この部分で釣獲されたスケトウダラ・その他の捕食性魚類の胃内からキウリエソが多数発見されるという報告（田畑，1956）は興味ぶかい。

4. 産卵量の推定

すでに筆者がのべたように、キウリエソの卵は日本海においてはきわめて普通に、かつ多量に採集される（西村，1957）。次に、キウリエソの産卵が量的にみてどの程度のものであるかについて、今回得られた資料に基づき、同じ海域において同様に盛んにおこなわれるマイワシの産卵と比較・対照しながら考察してみよう。

産卵量推定の対象海域としては、採集定線より外側へ10哩拡大した面積をとつた。そして、この海域を、卵の分布状態を考慮して、キウリエソの場合には5区に、マイワシの場合には3区に層別化した（第5図および第6図）。

田中（1955a, b）によれば、この対象海域に存在した卵の1日当り産出量の推定値 S およびその分散 $V(S)$ は次式で与えられる：

$$S = \frac{1}{bkf\pi R^2} \sum_h A_h \frac{\sum n}{M_h}, \quad V(S) = \frac{1}{(bkf\pi R^2)^2} \sum_h A_h^2 \frac{S_h^2}{M_h};$$

$$\text{ただし } S_h^2 = \frac{1}{M_h - 1} \left\{ \sum n^2 - \frac{1}{M_h} (\sum n)^2 \right\}.$$

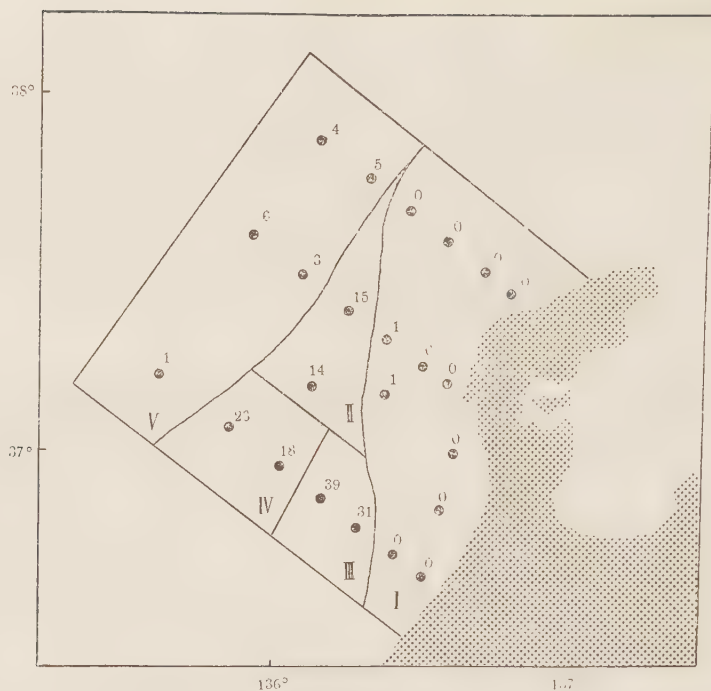
ここに、 b ：平均孵化時間， k ：卵の平均存在時間と平均孵化時間との比， f ：プランクトン・ネットの濾水率， R ：プランクトン・ネットの口半径， A_h ：層別化された第 h 区の面積， M_h ：第 h 区内にある採集点数， n ：第 h 区内の各点での採集卵数。

これらの式は次のような仮定の下に導かれたものである：

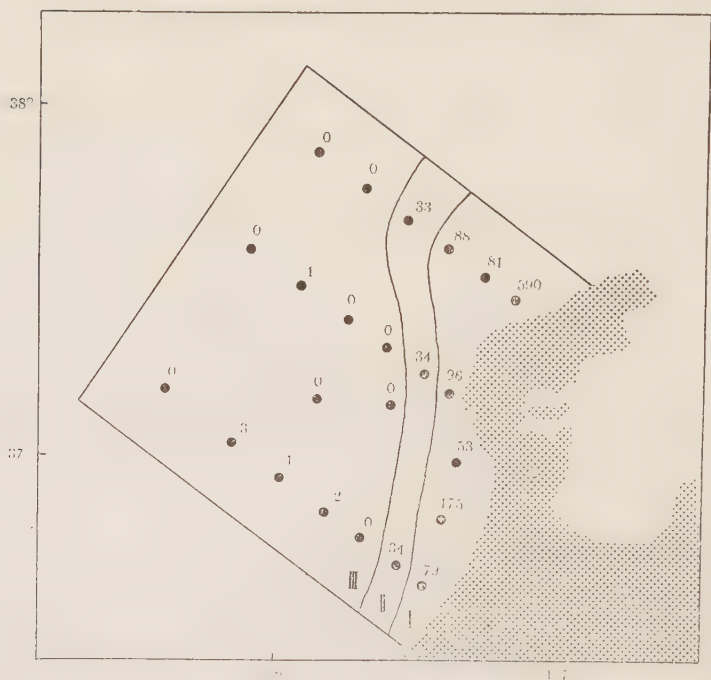
- (i) 採集は卵の存在する時間・空間からのランダム・サンプルとする。
- (ii) 卵の、この海域からの流出、あるいはこの海域への流入はないものとする。
- (iii) 卵の浮游層は完全にカバーされているものとする。

しかし、今回の場合は、そのいずれもげんみつには満足されず、とくに (iii) については、この条件は陸層浮游性であるマイワシ卵については満足されているが、キウリエソ卵については、水温断面図（第3図）

* 原文においては“マクルラス卵”となっている。



第 5 図 キウリエソ産卵量推定の対象海域およびその層別化；数字はそれぞれの定点におけるキウリエソ採集卵数。



第 6 図 マイワシ産卵量推定の対象海域およびその層別化；数字はそれぞれの定点におけるマイワシ採集卵数。

からみて、ときに130~150m以深にも相当分布している場合があると思われるので、これから計算された値はおそらくかなり過少に傾くことが推測される。

なお、孵化時間については、キウリエソのそれは、細かくみれば、この海域の北部と南部とで多少相違するようであるが、ここでは一律に6.0日とする。マイワシのそれについては、この海域の40m中の平均水温12.5°Cをとって、伊東（1958）の式から計算して4.5日とする。卵の平均存在時間は、キウリエソ、マイワシともに不明なので、ここでは孵化にいたるまで減耗がないとして、ともに、 $k=1.0$ とおく。フナ・クトン・ネットの濾水率については、伊東・西村（1958）の実験結果から、 $f=0.5$ とおく*。ネットの口径は45cmであるから、 $\pi R^2=1.59 \times 10^{-7} \text{ (km}^2\text{)}$ 。各区分の面積は海図上の面積から計算した。すなわち、海図上の面積をフラクモーターで求め、これを各区分の中心緯度と海図の標準縮尺の積率とによって補正した。標準の縮尺で拡大した。計算の結果を下に示す（単位：km²）。

対象魚類	区 分				
	I	II	III	IV	V
キウリエソ	5,620	1,410	1,020	1,470	5,560
マイワシ	3,050	1,740	10,270	-	-

このようにして得られた産卵量の推定値、その分散および変動係数を第2表に示した。これらの値は、卵期における減耗を考慮に入れていないから、いずれも過少推定であろう。とくにキウリエソ卵については、前述したように、採集がその全浮游層をカバーしていない可能性もあり、さらに対象海域内の分布状態から考えて、卵はその沖合にもかなり存在していることが想像されるの

第2表 調査の対象海域（ $1.51 \times 10^4 \text{ km}^2$ ）におけるキウリエソおよびマイワシの1日当り産卵量の推定値

魚 種	1 日 当 り 産 卵 量	分 散	変 動 係 数
キウリエソ	2.27×10^{11}	2.38×10^{20}	6.8%
マイワシ	1.72×10^{12}	3.74×10^{23}	35.5%

で、計算の範囲をもつと沖合にまで拡大して考えると、この海域一帯におけるキウリエソのじつさいの産卵強度は上掲の数値をはるかに上まわるであろうと推測される。これに対して、マイワシ卵については、その全浮游層がカバーされており、また、マイワシの産卵は沿岸部に限つておこなわれ、卵は遠く沖合にまでは分布しないから、その推定産卵量は対象海域の範囲を沖合に拡大することによつてはほとんど増加しないだろう。

以上の点を考慮すると、キウリエソの産卵はマイワシのそれに比肩しうるほど盛んにおこなわれていたのではないと思われる。さらに、これらの卵が由来したところの親魚の存在量に関しては、キウリエソはマイワシをはるかに上まわるであろうと思われる。なぜならば、キウリエソ雌魚の卵巢内成熟卵数はマイワシのそれに比較するときわめて少く、1回の放卵数もマイワシのそれよりはるかに少いだろうことはほとんど疑いを容れないからである**。したがって、その存在量はおそらく莫大なものであろう。日本海の中層ないし底層に棲息する種々の捕食性魚類がキウリエソを多量に摂取していることも当然と理解されるのである。

5. 仔魚の餌料

キウリエソ仔魚の摂餌生態については、これまでまったく調査されたことがないようである。この点に関して、今回の調査結果から若干の知見を得ることができたので、すでに得られていた他の1記録とあわせて

* げんみつにいうと、キウリエソ卵の場合とマイワシ卵の場合とでは f の値は相違するであろう：両者の浮游層の深度が異つており、また、採集は垂直曳によつたから、深層に浮游しているキウリエソ卵に対して f の値が大きい。これによる偏りは、しかし、キウリエソ卵の浮游層が完全にカバーされていない可能性が考えられるので、相殺される傾向にあるだろう。

** 伊東（1955）によれば、マイワシの卵巢内成熟卵数は4,000~60,000である。これに対して、キウリエソについて筆者が少しばかり調べた結果では次のとおりで、せいぜい300個であり、マイワシの1/200にすぎない：288, 205, 155, 132, 111, 24, 9, 9, 2。また、このように卵巢内成熟卵数が大きくちらばっているのは分割放卵（spawning in instalments）の可能性を暗示していると思われるが、はたしてI期にどのくらい放卵されるものかは不明である。マイワシについても分割放卵の可能性が考えられている（伊東, 1954）。

ここに記載する。

キウリエソ仔魚を、卵黄吸収完了を岐点として、それ以前のものを前期仔魚、以後のものを後期仔魚とすれば、今回採集されたのは前者38尾、後者39尾となる。これらのうちで、明らかに腸管内に餌料生物を含んでいるもの、あるいは、残滓・油滴などの存在が認められるものを摂餌個体として計数したところ、そのような個体は前期仔魚では0、後期仔魚では12尾見出された。後者のうちで、明瞭に餌料生物を腸管内に認めえたのは2尾で、1尾(全長3.8mm, st. 4 採集)は *Oncaea* sp. の copepodite 幼生1個体を摂取しており、他の1尾(全長3.9mm, st. 18 採集)は *Calanus helgolandicus* (CLAUS) の卵を1個摂取していた。

さらに、1954年5月9日、石川県水産試験場の調査船によつて、猿山岬沖で採集されたキウリエソ後期仔魚(全長約4mm)は *Oncaea venusta* PHILLIPI の成体1個体を摂取していた。

資料が僅少で、まだ一般的、いふことはできないが、以上からみて、キウリエソ後期仔魚は、ほもの多くの海産硬骨魚類の仔魚と同様、主として橈脚類の卵および幼体ならびに小型橈脚類を摂取しているものと思われる。

V. 要 約

1955年4月26～28日に能登半島近海においておこなわれた曳網垂直曳によるプランクトン採集の結果に基づいて、この海域におけるキウリエソの産卵ならびに卵・仔魚の生態について考察を加え、次の知見をえた。

1. キウリエソ卵は距岸10哩以上沖合で120m以深から垂直採集した場合にのみえられ、かつ、その場合には常にえられた。

2. これに対して仔魚はごく沿岸部からも、また浅い水深からも採集された。

3. このような卵と仔魚との採集上の相違を説明するために、両者の分布状態に関する次の作業仮説が提示された：キウリエソ卵は比重が海水よりも大なるために、たとえ表層付近で放出されても徐々に沈降していき、孵化は中層以深のところでおこなわれる。いつぼう、孵化した仔魚は浮上して表層付近に達し、表層において顕著な流動にはこぼれてごく沿岸帯にも分布するにいたる。この仮説を支持すると思われる事実をいくつか挙げた。

4. Age category の存在可能な個数から、キウリエソ卵の孵化時間は、その浮游層の水温下では5.5～6.5日と推定された。

5. 調査の対象海域($1.51 \times 10^4 \text{km}^2$)内におけるキウリエソの1日当り産卵量を推定し、これを同じ海域におけるマイワシのそれと比較した。計算の結果、前者に対しては 2.27×10^{11} (C.V. 6.8%)、後者に対しては 1.72×10^{12} (C.V. 35.5%)という値をえた。いずれも過少推定であろう。とくにキウリエソについては、採集がその卵の全浮游層をカバーしていない可能性があり、また、マイワシ卵はほとんど沿岸帯に限られて分布するのに対し、キウリエソ卵は調査海域の沖合にもかなり分布していることが考えられるので、能登半島近海全域を考慮すると、その産卵強度はマイワシのそれと匹敵するか、あるいはそれをしのぐのではないと思われる。さらに、これらの卵を産出した親魚の数量については、両者の抱卵数からみて、キウリエソはマイワシをはるかにりようがするであろうと推定される。

6. 腸管内容物の観察から、キウリエソ後期仔魚の餌料は橈脚類の卵・幼体および小型橈脚類であろうと考えられる。

文 献

DENTON, E. J. and N. B. MARSHALL (1958). The buoyancy of bathypelagic fishes without a gas-filled swimbladder. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **37** (3): 753-767.

伊 東 祐 方 (1954). 大羽いわしの卵巣卵の検討。日本海イワシ資源調査概要 (1954年): 92—109. (騰写)。

— (1955). マイワシの有効卵数。日本海イワシ資源調査概要 (1955年): 43—50. (騰写)。

— (1959). マイワシの孵化時間と水温との関係。日水研年報, (4): 25—31.

— ———・ほか (1951). 日本海北部に於ける回游性魚類の資源調査 第1報。日水研研報, (1): 1—40.

- ・西村三郎 (1959). プランクトン・ネットの濾水率に関する実験. 日水研年報, (4): 57—64.
- 神谷 尚志 (1916). 館山湾に於ける浮游性魚卵並に其稚兒. 水講試験報告, 11 (5): 1—92.
- 川畑幸夫・ほか (1954). 気象の事典. 東京堂, 572pp.
- MARSHALL, N. B. (1951). Bathypelagic fishes as sound scatterers in the ocean. *J. mar. Res.*, 10 (1): 1-17.
- 水戸 敏・内田恵太郎 (1958). ミノカサゴの卵発生と仔魚期. 九大農学芸雑誌, 16 (3): 381—385.
- 西村三郎 (1957). 日本近海産“マクルラス卵”の分類学的所属について. 日水研年報, (3): 1—11.
- (1960). キウリエソを飽食したスケトウダラ. 採と飼, 22 (印刷予定).
- NISHIMURA, S. (1957). Vertical distribution of the floating eggs of *Maurollicus japonicus* ISHIKAWA, a gonostomatid fish, in the sea. *Ann. Rept. Jap. Sea reg. Fish. Res. Lab.*, (3): 13-22.
- ORTON, G. L. (1955). Early developmental stages of the California scorpionfish, *Scorpaena guttata*. *Copeia*, 1955 (3): 210-214.
- POLLAK, M. J. (1951). The sources of the deep water of the eastern Mediterranean Sea. *J. mar. Res.*, 10 (1): 128-152.
- SANZO, L. (1931). Uova, larva e stadi giovanili di Teleostei. Clupeoidei; Salmonoidei; Stomiatoidei. *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*, Monografia 38.
- SETTE, O. E. (1934). Biology of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) of North America. Part 1: Early life history, including the growth, drift, and mortality of the egg and larval populations. *U. S. Dept. Interior, Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull.* 50: 149-237.
- 田畑嘉六 (1956). 中部日本海沖合漁礁開発と D. S. L. 石川水試, 19pp. (騰写).
- 田中昌 (1955 a). 産卵総量の推定—I. 垂直曳による推定法及びその問題点. 日水会誌, 21 (6): 382—389.
- (1955 b). 産卵総量の推定—II. 九州西方海面におけるマイワシ産卵量の推定. 日水会誌, 21 (6): 390—396.
- 東北海区水産研究所八戸支所 (1959). キチジ *Sebastolobus macrochir* (GÜNTHER) 卵の発生. 底魚情報, (21): 16—18.
- 宇田道隆 (1934). 日本海及びその隣接海区の海況 (第1次). 水試報告, (5): 57—190.
- (1951). 日本海の海況変動について (予報) (附: 昭和23年冬春日本海側沿海のアミ大漁と海況). 日水研3周年記念論文集: 291—300.

付 録 1.

キウリエソ卵の发育段階分け:

記 号	説 明
AP	未分割期
AM	Morula 期
AB	Blastula 期
Aa	AB 以後, 卵を側面から観察して, 胚膜がその外縁に直交する卵黄の直径の $\frac{1}{2}$ を占めるまでの期間
Ab	Aa 以後, 卵黄の直径を前述の方法で観察して, その $\frac{2}{3}$ が胚膜によつて被われるまでの期間
Ac	Ab 以後, 胚膜が卵黄の全面を被い, 胚口が閉じるまでの期間
Ba-b	胚口が閉じてから, 尾芽の先端が油球付近に達し, まだ尾芽の隆起が顕著でない期間
Bc	尾芽が顕著に隆起し, その先端が卵黄を離れるまでの期間
Ca	尾芽が卵黄から離れて伸長し, その遊離した部分の長さが卵黄に接した部分の長さの $\frac{1}{2}$ になるまでの期間
Cb	同じく尾芽の遊離部分の長さが接部分のそれと等しくなるまでの期間
Cc	Cb 以後, 孵化するまでの期間

付 録 2.

キウリエソ卵・仔魚の出現状況：卵は発育段階別に計数し、同一の age category に属する発育段階は括弧でつづんで示してある。記号 (＞) はそれらの間で age category が1個欠除していることを示す (age category が3個以上採集された場合のみ記入)。

採集点 番 号	北 緯	東 経	時 刻	距岸距離	採集水深	卵	仔 魚
1	37°28'	136°49'	Apr. 26, 1551	3M	50m		0 2
2	37°32'	136°44'	1709	7.5	98		0 0
3	37°37'	136°38'	1834	17	95		0 1
4	37°43'	136°31'	2005	25	97		0 2
5	37°50'	136°22'	2142	34	144	{AB	5 0
6	37°57'	136°12'	2336	43	146	{Ac {Ca	1 1 3
7	37°41'	136°00'	Apr. 27, 0304	43	143	~ {Ac {Bc ~ {Cb {Cc	2 2 1 1 2 0
8	37°33'	136°09'	0504	32	127	{AB {Ac	2 1 1 0
9	37°26'	136°18'	0706	23	135	~ {Aa {Ac ~ {Ca {Cc	9 3 2 1 2 1
10	37°21'	136°25'	0830	16	137	{Ca	1 3
11	37°15'	136°32'	1011	8.5	132		0 4
12	37°12'	136°36'	1140	4	74		0 1
13	36°59'	136°37'	1340	7	46		0 1
14	36°49'	136°32'	1521	7.5	46		0 0
15	36°39'	136°31'	1713	5	40		0 0
16	36°42'	136°26'	1815	10	75		0 0
17	36°47'	136°19'	1942	17.5	149	{AB {Ac {Ba-b ~ {Ca ~	13 12 2 4 8
18	36°51'	136°11'	2110	25	150	~(?) {AB {Ac {Ba-b ~ {Ca {Cb {Cc	2 7 11 14 3 2
19	36°58'	136°02'	2308	35	148	~(?) ~ {Ac {Ba-b ~ {Ca {Cb {Cc	11 4 1 1 1

付 録 2 (続 き).

採集点 番 号	北 緯	東 経	時 刻	距岸距離	採集水深	卵	仔 魚
20	37°04'	135°51'	Apr. 28, 0127	45 M	146m	{AP 1 {Aa 4 {Ac 6 {Ba-b 7 > {Ca 3 {Cc 2	7
21	37°13'	135°37'	0428	60	144	{Ac 1	0
22	37°11'	136°05'	0823	27	148	> {Aa 1 {Ac 3 {Ba-b 3 > {Ca 5 {Cc 2	10
23	37°10'	136°23'	1039	15	132	{Cc 1	10

日水研年報, (5): 77-87, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5): 77-87, 1959.

1958年新潟県沿海で漁獲されたマサバの餌料と摂餌生態

西 村 三 郎

Foods and Feeding Habit of the Pacific Mackerel in the Coastal Waters of Niigata Prefecture, Japan Sea, in 1958

BY

SABURO NISHIMURA

Abstract

The foods habit of the Pacific mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (HOULTUYN), from the coastal waters of Niigata Prefecture, Japan Sea, was studied for the period from February to December, 1958. The fishes were caught about midnight by purse-seine after gathered by electric light. Major points thus revealed are as follows.

1. The mackerel shoals found in the coastal waters of Niigata Prefecture were considered to fall under the following three ecologically different phases: (A) demersal-overwintering phase, (B) pelagic-spawning phase, and (C) pelagic-migratory phase. The period of occurrence of, and the principal food items for each phase were as follows:

A:- January to April; *Euphausia pacifica*, *Metridia lucens*, *Parathemisto japonica*, pearlsides, *Calanus cristatus*, *Pasiphaea sivado*, *Pareuchaeta japonica* and anchovy.

B:- May to June; Salps and pearlsides.

C:- July to December; Anchovy, young horse mackerel and salps.

2. From the stomach contents analysis, it was estimated that, in 1958, the vernal production of cold-water macroplankton animals, constituting main food sources for the mackerel at late demersal-overwintering phase, might have been set in somewhat earlier than in the previous year and that the magnitude of production might have been smaller. This estimation was in good agreement with the results of hydrographic and planktologic observations simultaneously made.

3. The order of appearance in the mackerel stomach of large plankton crustaceans, forming the most important foods for the demersal-overwintering mackerel, was the same as in the previous year: *Euphausia pacifica* → *Metridia lucens* and *Parathemisto japonica* → *Calanus cristatus* (→ *Cal. plumchrus*). This mode of successive appearance of food animals was supposed to reflect the succession in dominant emergence of respective species, possibly taking place in the macroplankton-crustacean association in the Japan Sea.

4. An attention was paid to the fact that the mackerel at demersal-overwintering phase had sometimes ingested cold-water bathypelagic copepods such as *Calanus cristatus* and *Pareuchaeta japonica*, and in some occasions a large quantity of pearlsides, *Maurolicus pennanti japonicus*, a luminescent bathypelagic fish. In other instances, the demersal mackerel were found taking considerable amounts of bottom deposits (gravels, sands

and silts), along with food organisms among which *Euphausia pacifica* was predominant, suggesting that this euphausiid crustacean might be a denizen of the sea floor, at least at some time of the day, during this season. It was thus considered that bathypelagic and bottom-dwelling organisms might constitute an important part of foods for the demersal-overwintering mackerel.

5. It was thought of special interest that a large amount of salps had almost consistently been taken by the fish at both pelagic-spawning and pelagic-migratory phases.

6. The foods habit of the mackerel in the Japan Sea thus elucidated was then compared with that of the Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* LINNÉ, off southwest England, making use of the data prepared by STEVEN (1949), with the following two points to be suspected: first, the former being more complex than the latter as regards species composition of principal food organisms at demersal-overwintering phase, and second, the former taking metabolic energy out of more numerous animal associations inhabiting different climatic zones as compared with the latter.

I. ま え が き

1958年の2月から12月にかけて、ほぼ周年にわたって、新潟県沿海で漁獲されたマサバ *Pneumatophorus japonicus* (HOULTUYN) の餌料を調べた。これらの魚は夜間集魚灯を利用して旋網によって漁獲されたものである。資料が断片的でやや不満足なものではあるが、ここに整理して記録し、あわせてマサバの摂餌生態について若干考察を加えてみたい。

本論に進むにあたり、マサバ魚群の生態に関して種々ご教示を賜わった日本海区水産研究所の岡地伊佐雄氏にあつくお礼申しあげる。

II. 材料および結果

材料は新潟港を根拠とする火光利用マサバ旋網漁船から1回に20～5尾の割合で採集し、各種の計測とともに胃内容物（ここでは胃囊のみの内容物を指す）の重量測定および餌料生物の検索をおこなった。季節によって粗密はあるが、前後12回にわたって上述の作業を実施し、総計183尾の胃内容物を調べた。調査の結果をとりまとめた付表に示す。

これらの旋網漁船は通常午後3～4時ごろに根拠地を出港して漁場に向い、夕刻現地に到着して暫時魚群を探索、日没をまつて点灯、魚群を浮上せしめて旋網する。揚網おわるのは通常真夜中前後となる。したがって、マサバ魚群がじつさいに捕獲された時刻は日没の4～5時間後である。

漁場の位置は、後にのべるように季節によって相違するが、同じ季節には毎年ほぼ同様な場所に形成される。これを第1図に模式的に示した。

III. 論 議

調査結果の検討にはいる前に、ここで新潟県沿海におけるマサバ魚群の年間の生態について簡単にのべておく。まず、越冬からはじめると、新潟県の上越地方沿海の水深100～150m付近の陸棚上は日本海におけるマサバ魚群の有数な越冬場のひとつであって、年々、前年の秋から暮にかけて北方海域の索餌域からかえてきた魚群の一部がそこにとどまり、海底付近に沈んで冬から春にかけての低水温期をすごすのである。この越冬場の位置は毎年だいたい同じで（第1図：A）、1～2月ごろから4～5月ごろまでは旋網漁業はほぼここに集中しておこなわれる。春もながびをすきることとなると、魚群は海底をはなれて中層・表層の游泳生活にうつり、折から強勢となった暖流によって移動を開始する。そして、生殖腺の成熟とともに産卵活動にはいるのだが、上越地方沿海の海底で越冬した魚群がじつさいにどこへ行つて産卵するのかはまだよくわかっていない。それはともかくとして、この時期にはマサバ漁場の位置が陸棚縁辺にそつて次第に北方に移る傾向がみられ（第1図：A→B）、夏から秋のおわりごろまでは北部新潟県沖合の粟生島近海が漁場と

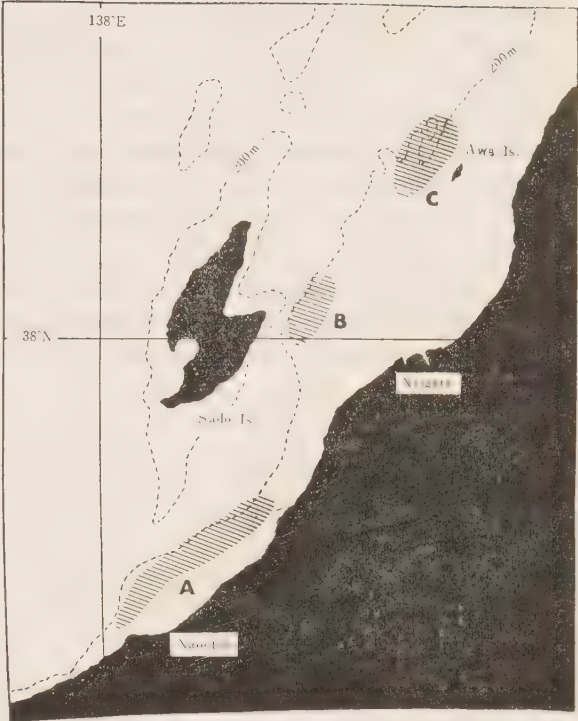
なる(第1図:C)。ところで、夏から秋にかけてこれらの漁場で漁獲されるマサバがはたして上越地方沿海で越冬して、そこから順次移動していった同じ魚群に属するものかどうかは疑問である。もつと南の越冬場から回遊してきた別の魚群によつて構成されている可能性も考えられる。さて、冬になると漁場の位置は春・夏期の北上回游の場合とちょうど逆の道順をとつて南下し、さいごにふたたび上越地方沿海に越冬群の出現をみて、1年のサイクルが終る。

上にのべた年間の魚群の生態の変化から、筆者は、新潟県沿海で漁獲されるマサバは次のようないくつかの生態的にことなる相(phase)にある魚群から構成されているとみたい:

- i) 底棲・越冬相
- ii) 浮上・産卵相
- iii) 回游相*

そして、これらの相にあると推定されるマサバ魚群がみられる期間は、それぞれ1~4月, 5~6月, 7~12月と規定できようである。

この相分けと付表に示したそれぞれの調査で見出された主要餌料生物をくみあわせると第1表を得るが、これから新潟県沿海のマサバ魚群については、底棲・越冬相にはプランクトン・甲殻類が主要餌料で、浮上・産卵相および回游相には魚類・サルパ類が主な餌料となつていたといえるようである。これは、ヨーロッパ産のサバ *Scomber scombrus* LINNE にみられる餌料の季節変化(EHRENBAUM, 1936; STEVEN, 1949)



第1図 新潟県沿海におけるマサバ旋網漁場。
斜線をほどこした部分(A, B, C)が漁場; 破線は200m等深線。

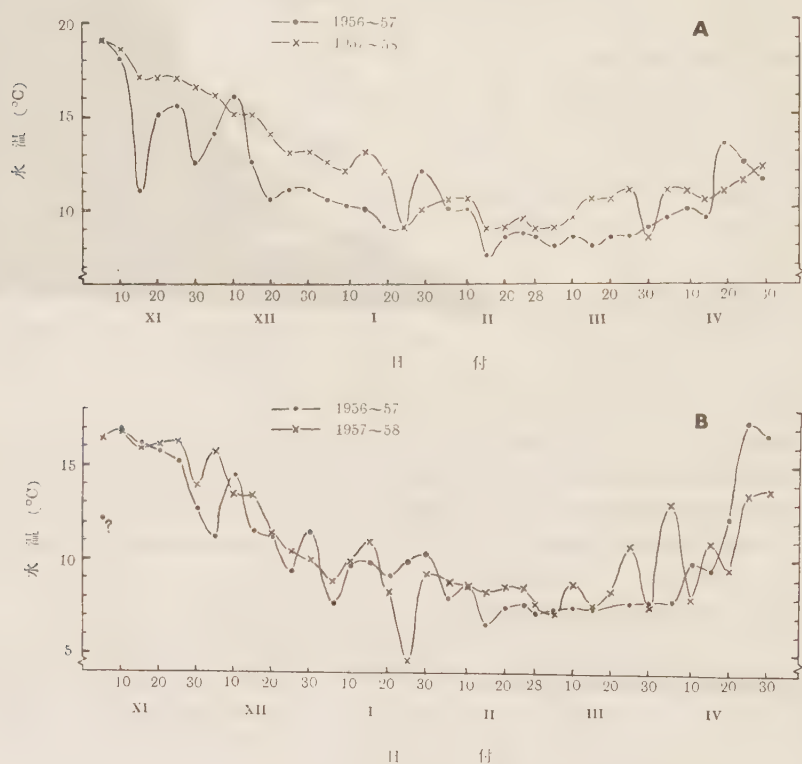
第1表 魚群の相とそれぞれの相における主要餌料 (1958年)。

魚群の相	底 棲 ・ 越 冬 相	浮 上 ・ 産 卵 相	回 游 相
出現期間	1 ~ 4 月	5 ~ 6 月	7 ~ 12 月
主 要 餌 料 生 物	ツノナシアミ†† <i>Metridia lucens</i> <i>Parathemisto japonica</i> キウリエソ <i>Calanus cristatus</i> シラエビ <i>Pareuchaeta japonica</i> カタクチイロシ	サ ル バ キ ウ リ エ ソ	カタクチイロシ マ ア ジ 幼 魚 サ ル バ

† Biomass の点からみて重要性の高いものから順にあげた。
†† ごく稀に、*Thysanoessa longipes* BRANDT の幼体を含んでいる可能性がある。

* STEVEN (1948) は、イングランド南西海域のサバ *Scomber scombrus* LINNE の年間の生態には4つの相が認められるとしたが、日本海のマサバについては、現在までの知見では、上にのべた3相分けのほうが事実によく合うようである。

と傾向的に似ているが、すこし時期的にずれているのは、もちろん種の特性によるちがいもあるが、それぞれの調査海域および年における餌料生物の生産様式の特性が反映されているためであろう。この点についてはまた後ほど論じる。また、昨1957年の場合(西村・岡地, 1957)とくらべてみると、底棲・越冬相における魚の摂餌状態が若干ちがつており、本年は、例年ならば水温低極期に当る2月中・下旬にはすでに *Metridia lucens* BOECK* や *Parathemisto japonica* BOVALLIUS などがかなり餌料として摂取されており、全体として、いわゆる日本海の冷水性プランクトン甲殻類の餌料としての出現がはやかったようである。これは、両年度におけるマサバの餌料選択性に変化がおこらなかったかぎり、調査年の餌料生物の生産をも含めた海洋条件の特性を反映したものであらうと考えられるが、しかし、主要餌料構成種の出現の順序は変っていない。すなわち、ツノナシアミ *Euphausia pacifica* HANSEN や時として摂取されているカタクチイワシに加うるに、まず *Metridia lucens* と *Parathemisto japonica* とが現われ、次いで *Calanus cristatus* KRÖYER, さらに *Cal. plumchrus* MARUKAWA, *Cal. helgolandicus* (CLAUS) などへと移行している。これは1957年



第2図 1956~57年および1957~58年の秋・冬季における姫埼灯台(A)および緑剛埼灯台(B)下の沿岸水の水溫変化。観測は、原則として、毎月5, 10, 15, 20, 25, 30日の日出時におこなわれた。

にみられた遷移とちがつていない。したがって、1958年はその前年とくらべて餌料生物の春季の生産が全体としていく分はやくから開始されたのではないかと推定される。ちなみに、この年の北部日本海の春季の海況をみると、前年の秋以降、対馬暖流域全体を通じて1956~57年度よりも1~2°C高目に経過し、3月中旬にいたるも前年同期より1.5°C内外高温であつて、この傾向は4月上旬にもひきつづき、プランクトンの出現・生産をも含めて海の季節があらゆる点で非常に進んでいると考えられた(日本海区水産研究所, 1958a, 1958b)。このことは、マサバ漁場に近、姫埼および緑剛埼灯台における沿岸表面水温の観測データにも明瞭

* 本種にこの学名をあてるとは、後出の *Calanus helgolandicus* (CLAUS) の場合と同様に、若干問題があるようだが (BRODSKY, 1950), ここでは慣例にしたがつてそのままとした。

に認められる(第2図)。このような水温変化にみられる年による相違,あるいは,それによつて標示される海況の相違(季節の異常にはよい展開)が,餌料生物の生産過程にもある程度の変化(すなわち促進作用)をもたらしたであろうことは十分に想像されるところである。また,1958年の春は,前年の同期とくらべて,日本海の典型的な冷水性プランクトン柱藻である *Coscinodiscus gigas* EHREHBERG の crop が非常に少なく,とくに高温部の沼崎〜緑岡崎間(春季におけるマサバ漁場はこの海域にある)において少なく,それにともなつて冷水性大型動物プランクター (*Calanus plumchrus*, *Cal. cristatus*, *Aglantha digitale* (MÜLLER) など) も乏しかつたことがネット採集の結果から知られているが(日本海区水産研究所,1958a),このことはマサバの摂餌状態にも反映されており,1957年には *Cal. cristatus* が魚1尾あたり時に10g ちかく* も摂取されていたが,本年は最高で200頭程度で(第2表参照),また季節が進んで例年ならば *Cal. plumchrus* の大量出現が沿岸部に期待される時期(4〜5月)になつても,マサバ群にはごく少量摂取されていたにすぎなかつた(付表参照)。

次に今回の資料から知ることのできたマサバの摂餌生態および2,3の餌料生物の生態について興味のある点を各論的にのべてみよう。

2月23日に漁獲されたマサバは調査した個体数のほとんど半数近いものにおいて,胃内に餌料生物(ツノナシアミとキウリエソ *Maurolicus pennanti japonicus* ISHIKAWA が主体を占めていた)に混じて礫・砂粒・シルトなどの底質を含んでいた。詳細な考察はすでに別のところでおこなつたが(西村,1959),筆者はこれから,ツノナシアミはふつたにプランクトン動物とはいわれているものの,すくなくとも冬から春にかけての屋間には海底に接して棲息していることもあるらしく**,マサバはこれをすくうようにして食べるので,その際いつしよに底質ものみこまれたのではないかと想像した。このように底棲・越冬相にあるマサバは海底の底質上に横たわっている動物を摂取することもかなりあるのではないかと筆者は考へている。

第2表 マサバによる *Calanus cristatus* KRÖYER の摂取状況.

漁獲月日	調査尾数	<i>Cal. cristatus</i> を摂取していた尾数	マサバ胃内に見出された <i>Cal. cristatus</i> 個体数
2月11日	20	1	1
2月23日	20	3	1 ~ 13
3月21日	20	1	1
4月3日	20	19	13 ~ ca. 200

第3表 マサバによる *Pareuchaeta japonica* (MARUKAWA) の摂取状況.

漁獲月日	調査尾数	<i>Pareuch. japonica</i> を摂取していた尾数	マサバ胃内に見出された <i>Pareuch. japonica</i> 個体数
2月11日	20	1	2
2月23日	20	3	2 ~ 21

1957年の調査にもとずいて,筆者は底棲・越冬相にあるマサバが深海・冷水性の大型橈脚類 *Calanus cristatus* KRÖYER を大量に摂取していることに注意を喚起したが(西村・岡地,1957),この甲殻類は本年も出現し(コペポード期IVおよびV),かつ,今度はそれにともなつて,同じく深海・冷水性の *Pareuchaeta japonica* (MARUKAWA) (コペポード期VおよびVI)も若干量摂取されていたことは注目に値する。

* BOGOROV (1957) によれば,ベーリング・オホツク海産 *Cal. cristatus*: コペポード期Vの湿体重は17.3—20.1mgであるという。いま,今回の標本の湿体重を20mgと仮定し,摂取されてからの消化を考慮すれば,10gの餌料塊は500頭以上の *Cal. cristatus* からなることになる。

** したがつて,げんみつには,ツノナシアミはプランクトンとベントスの中間的性質を有する動物,あるいはソ連の研究者(たとえば,KUN,1954)のもちいている nektibenthos というカテゴリーに属すべき動物であろう。

第2表および第3表にそれらのマサバ胃内における出現状況を示す。ここにのべた *Cal. cristatus* にしろ、*Pareuch. japonica* にしろ、また、同様に底棲・越冬相における重要な餌料源を構成するもうひとつの橈脚類：*Metridia lucens* にしろ、いずれも BRODSKY (1950) のいわゆる bathypelagic group に属する典型的な種類ばかりで、このように底棲・越冬相にはマサバはその食物エネルギーの少なからぬ部分をこれら bathypelagic な動物群に仰いでいるわけで、これは、これらの橈脚類が冬から春にかけての鉛直対流期には比較的浅いところまで浮上してくる性質を有するという事実 (BRODSKY, 1950) に対応しているものであろうが、食物エネルギーの流れという観点からみて興味深いことである。

同様なことはシラエビ *Pasiphaea sivado* (RISSE) についてもいえるであろう。本種は富山湾では水深180m内外のところに棲息しているといわれているものであるが、今回、3月21日に漁獲されたマサバのうちの1尾はこの深海性のエビ(体長6~7cm)を10数尾も飽食していた。ところで、スウェーデンの Kattegat 水域の *Scomber scombrus* もこれに近縁の *Pasiphaea tarda* を摂取していることが知られているのは興味深い (NILSSON, 1914)。

サルパ類は体が寒天質で、それほど栄養価があるとは考えられないのであるが、近年、日本海のマサバはよくこれを摂取するようである。1957年の初夏に獲れたマサバもこれを多量に摂取していたし(西村, 1958)、また、1950年の7月、日本海北部の沿海州沖台でもマサバがこれを大量に食べていたという報告がある (KUN, 1954)。種類はよくわからないが、すくなくとも初夏のころに摂取されているものは、1957年の場合と同様、トガリサルパ *Salpa fusiformis* CUVIER が大部分らしい。このサルパは日本海本州沿岸寄りでは1956年の春から急に出現して、その後著しく増加したもので(西村, 1958)、マサバにおける大量摂取は、このプランクトン群集における異常な変化を敏感に反映したものといえるだろう。また、サルパが魚に摂取されていたという報告は、現在までのところ、さわめて断片的なものしかなく(西村, 1958; YOUNT, 1958)、この意味で、今回の日本海のマサバによる大量摂取は注目される。

第4表 マサバによるキウリエソ摂取の状況

漁獲月日	調査尾数	キウリエソを摂取していた尾数	マサバ胃内に見出された ウキリエソ尾数範囲†
2月23日	20	6	1 ~ 38以上
4月3日	20	3	1 ~ 6
5月9日	20	1	5

† 消化がいちじるしく進行しており全形として残っている場合が少なかつたので、主として、比較的消化されずに残っている胃の数から推定した。

キウリエソ *Maurollicus pennanti japonicus* ISHIKAWA は日本海の中層(深度200~300m)におびただしく棲息しており、多くの中層・底層性魚類および深海性イカ類の重要な餌料となつているものだが(西村, 1957; 渡辺・ほか, 1958)、今回の調査からこの魚は底棲・越冬相(および浮上・産卵相)のマサバにとつてもまた重要な餌料であることがわかつた。第4表にマサバにおけるキウリエソ摂取の状況を示す。2月23日に漁獲された尾又長440mmおよび403mmのマサバなどはこの魚(標準体長30~35mm)をそれぞれ38尾以上および21尾以上も飽食していた。このヨコエソ科 *Gonostomatidae* に属する小型魚は顕著な日週の垂直移動をおこなうことが知られており(蒲原, 1949)、夜間深層から浮上してきたときにマサバに摂取されたものとも一応考えられるけれども、今回の場合は、マサバの漁獲時刻、キウリエソの消化程度、ときに胃内に底質をも一緒に含んでいたことなどの点から、おおそらく昼間、海底付近に潜んでいた間に摂取されたものと推定されるのである。しかも、2月23日にとれたマサバにみられるように、キウリエソが一度に20~40尾とかたまって多数摂取されている事實は、この魚の棲所における成群性を暗示するものであろうと考えられるのだが、この点については、兵庫県津居山沖で漁獲された底棲魚類の食性を調べた渡辺・ほか(1958)も同様な推定に達しており、さらに筆者は隠岐列島近海でとれたスケトウダラ *Theragra chalcogramma*

chalcogramma (PALLAS) の餌料を調べてやはり同じことを確認した (西村, 1960)*。ところで, STEVEN (1949) によれば, イギリス近海でも, 早春にとれた *Scomber scombrus* のなかには, キウリエソ *M. pennanti pennanti* (WALBAUM) を胃一杯に飽食している個体が稀ならず見出されるというが, このように洋の東西をとわず, キウリエソが越冬相のサバ類の重要な餌料として摂取されていることは, 速くへだたつた動物共同体においても, 対応種は同じ生活環境の下ではやはり同じく対応種である餌料生物にたよっているという点で, 生態学的に大いに興味深いことである。

おわりに, 日本海のマサバと大西洋におけるその生態的対応種: *Scomber scombrus* との摂餌生態を一層くわしく比較・対照してみるのには興味深いことであろう。さいわい, STEVEN (1949) がイングランド南西海域における *S. scombrus* の冬季の餌料構成を表示しているので, 1957 年の調査結果をもとりいれて, 日本海のマサバについて同じ性質の表をつくって対比させると次のようになる (第 5 表)。

第 5 表 マサバと *Scomber scombrus* LINNÉ の冬季における餌料構成の比較. 前者は 2~4 月 後者は 1~4 月に, とともに主として底層付近で漁獲された材料に基く. *S. scombrus* の資料は STEVEN (1949) より引用.

海 域; 年 度		日本海; 1957~58	イングランド南西海域; 1936~39
種 名		マ サ バ	<i>Scomber scombrus</i>
漁具; 調査尾数		旋 網; 218	ト ロ ール; 753
現 率 む 魚 餌 料 生 物 の 胃 の パ ー セ ン ト 出		<i>Parathemisto japonica</i>	<i>Nyctiphanes couchi</i>
		33%	31%
		<i>Euphausia pacifica</i>	<i>Mysids</i>
		32	26
		橈 脚 類	小 型 魚 類
		30	15
		珪 藻	<i>Crangonids</i>
		13	11
		小 型 魚 類	<i>Polychaetes</i>
		7	3
		<i>Appendicularians</i>	端 脚 類
		2	2
		イ カ 類	<i>Pagurids</i>
		1	1
		空 胃	空 胃
		51	33

調査年次の相違による偏りを考慮しなければならぬけれども, いまの場合にはこれをよしとせしめて論を進めると, イングランド南西海域ではオキアミ類の *Nyctiphanes couchi* がもつともひんばんに (31%) 餌料として出現し, アミ類 (*Mysids*) がこれに次いでいる (26%) が, 日本海では *Parathemisto japonica*, ツノナミアミおよび 橈脚類 (*Metridia lucens* がもつともひんばんで, *Calanus cristatus*, *Oncaea* spp. などこれに次ぐ) がほとんど同じ程度に高率 (33~30%) で出現しており, 魚群全体としてみた場合の主要餌料構成に関しては日本海のマサバのほうが複雑であるといえよう。しかも, 日本海の *Parathemisto japonica* に対応するイングランド近海の端脚類は 2%, 同じく 橈脚類は 1% 以下しか出現をみず**, 逆にイングランド近海で 26% も出現しているアミ類は日本海ではほとんど出現をみない。ただ, ツノナミアミがその対応種 (*Nyctiphanes couchi*) を *S. scombrus* の主要餌料としてもつているにすぎない。

次に, 夏季の餌料をみると, *S. scombrus* では *Clupea* spp., *Ammodytes* spp., *Crystallogobius*, *Onos* spp.

* 大西洋産のキウリエソ *M. pennanti pennanti* (WALBAUM) についても, LEGENDRE (1934) は Biscay 湾でとれたビンナガ *Thunnus alalunga* (BONNATERRE) の胃内にこの魚を数百尾も見出して, これは本種が単に大量に棲息しているだけでなく, 濃密な群団をなして棲息していることを示すものだとべている。このように *Maurollicus* 属の魚は成群する習性をもっているようで, この成群性はまた大洋の中・深層をその棲所とするいわゆる twilight fishes (TANING, 1918) の顕著な属性のひとつであることは MARSHALL (1951) が論究したところである。

** イングランド南西海域では 橈脚類は 3 月→4 月→5 月と季節が進むにしたがつて急速に主要餌料の座を占めるようになるといわれる (STEVEN, 1949)。その種類は BULLEN (1908) によれば, *Calanus finmarchicus*, *Pseudocalanus elongatus* などである。ところが日本海では, 前述したように, *Metridia lucens* と *Parathemisto japonica* が相当はやくから出現する。(この二種は, それに後続して現われる *Cal. cristatus*, *Cal. plumchrus* などの典型的な冷水性種とはややちがつた生態的カテゴリーに属する動物かとも思われる。)

などいわゆる north boreal 系の種類の幼魚が主要なものとなる (BULLEN, 1908; STEVEN, 1949) のに対し、日本海のマサバではサルパ類およびカタクチイワシ、マアジの幼魚など、いわゆる south boreal-tropical な要素の動物が重要となってくる。これは、マサバのほうが *S. scombrus* よりもやや高温の水塊に適應している事実 (笠原・伊東, 1953) を考慮すると当然な結果であろう。

ところで、その反面、冬季には日本海のマサバは *Calanus cristatus* や *Pareuchaeta japonica* などのようなきわめて冷水性の動物をも多量に摂取していることはすでにのべたとおりである。したがって、日本海のマサバはイングランド近海の *S. scombrus* よりも一層広範な気候帯にわたる動物群集からその食物エネルギーの補給を受けているといえるようである。これは、日本海においてはその気候的特性が大西洋北東部におけるそれよりもはるかに大陸的であり、かつ、水塊の移動速度も大きいという事実 (MOISEEV, 1955; RASS, 1959)* に対応していると考えることができるであろう。

IV. 要 約

1958年の2月から12月にわたって新潟県沿海において旋網によつて漁獲されたマサバの胃内容物をしらべた。調査尾数は183で、このうち97尾が餌料を含んでいた。結果は次のように要約される：

1. 新潟県沿海において漁獲されるマサバ群は、その年間における生態の変化から、次のような3つのこととなる相 (phase) にある魚群から構成されていると考えることができ、しかして、それぞれの相にある魚群の出現する時期および1958年度におけるそれら魚群の主要餌料 (biomass の点からみて) は次のとおりであつた：

底棲・越冬相 (1～4月)：ツノナシアミ, *Metridia lucens*, *Parathemisto japonica*, キウリエソ, *Calanus cristatus*, シラエビ, *Pareuchaeta japonica*, カタクチイワシ。

浮上・産卵相 (5～6月)：サルパ, キウリエソ。

回 遊 相 (7～12月)：カタクチイワシ, マアジ幼魚, サルパ。

2. マサバ胃内における出現状況から、1958年度はその前年よりも、沿岸部における冷水性大型動物プランクトンの生産が全体としてはやく開始され、しかも、その量は少なかったことが推定されたが、これは両年における海況の比較およびネット採集によるプランクトン現存量の知見と一致している。

3. 底棲・越冬相における重要餌料であるプランクトン甲殻類を構成している種のマサバ胃内における出現順序は、前年と同様、ツノナシアミ→*Metridia lucens* & *Parathemisto japonica*→*Calanus cristatus* (→*Cal. plumchrus*) であつた。これは日本海における冷水性プランクトン甲殻類の優位に出現する順序を反映したものであろう。

4. 底棲・越冬相のマサバ群における深海・冷水性の大型橈脚類：*Calanus cristatus* および *Pareuchaeta japonica*、ならびにいわゆる bathypelagic fish のキウリエソの摂取について、また時に餌料に混じて砂礫・底質を摂取している魚体のみられることに注意を喚起し、それぞれ考察を加えた。底棲・越冬相にはマサバは底棲性ないし深海性の動物にその食物エネルギーの大きな部分を仰いでいるといえるようである。

5. 浮上・産卵相および回遊相のマサバ群におけるサルパの大量摂取は、海洋における生物生産の変化に対応したものであり、注目すべき現象と考えられた。

6. おわりに、日本海のマサバの餌料をイギリス南西海域の *Scomber scombrus* のそれに比較した。底棲・越冬相の魚群については、日本海のもののほうが主要餌料の構成に関して複雑であり、また、全体としてマサバのほうがより広範な気候帯にわたる動物群集から、その食物エネルギーの補給を受けているといえるのではないかと考えられた。

文 献

- BOGOROV, V. G. (1957). Standartizatsiia morskikh planktonnuikh issledovani. Trudui Inst. Okeanol., Akad. Nauk SSSR, Tom 24: 200-214. (In Russian).
BRODSKY, K. A. (1950). Veslonogie rachki *Calanoida dalinevostochnykh morei SSSR i poliarnovo basseina*. Leningrad, 442 pp. (In Russian).

* これらは、結局するところ、大洋の西部と東部という相違に帰せられるべき現象と考えられる。

- BULLEN, G. E. (1908). Plankton studies in relation to the western mackerel fishery. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 8 (3): 269-302.*
- EHRENBAUM, E. (1936). *Naturgeschichte und wirtschaftliche Bedeutung der Seefische Nordeuropas*. Stuttgart, 337 pp.
- 蒲原稔治 (1949). 深海の魚族. 大阪, 189 pp.
- 笠原 晃・伊東英世 (1953). サバの生態 (水産庁漁業科学叢書, No. 7). 東京, 131 pp.
- KUN, M. S. (1954). Osobennosti pitaniia sevoletok i vzrosloi skumbrii. *Izvestiia TINRO*, Tom 42: 95-108. (In Russian).
- LEGENDRE, R. (1934). La faune pélagique de l'Atlantique au large du Gascogne recueillie dans les estomacs de germons I. Poissons. *Ann. Inst. océanogr. Monaco*, 16 (6): 249-418.*
- MARSHALL, N. B. (1951). Bathypelagic fishes as sound scatterers in the ocean. *J. mar. Res.*, 10 (1): 1-17.
- MOISEEV, P. A. (1957). Influence of oceanologic regimen of the Far-Eastern seas on commercial fish population. *Proc. UNESCO Symp. phys. Oceanogr. (1955, Tokyo)*: 253-259.
- NILSSON, D. (1914). A contribution to the biology of the mackerel; Investigations in Swedish waters. *Cons. perm. internat. l'Explor. Mer, Publ. de Circon.*, (69): 1-67.
- 西村三郎 (1957). 日本近海産“マクルラス卵”の分類学的所属について. 日水研年報, (3): 1-11.
- (1958). 中部日本海産マサバの摂餌に関する一知見——トガリサルバの摂餌について. 日水研年報, (4): 105-112.
- (1959). 越冬マサバの摂餌生態に関する一知見. 日生態会誌, 9 (1): 16-20.
- (1960). キウリエソを飽食したスケトウダラ. 採と飼, 22 (印刷予定).
- ・岡地伊佐雄 (1957). 越冬期における中部日本海産マサバの摂餌について. 日生態会誌, 7 (3): 103-107..
- 日本海区水産研究所 (1958a). 日本海況概報, No. 91 (1958年3月中旬). 13 pp. (騰亨).
- (1958b). 日本海況概報, No. 92 (1958年4月上旬). 14 pp. (騰亨).
- RASS, T. S. (1959). Biogeographical fishery complexes of the Atlantic and Pacific Oceans and their comparisons. *Cons. perm. Internat. l'Explor. Mer, J. du Cons.*, 24 (2): 243-254.
- STEVEN, G. A. (1948). Contributions to the biology of the mackerel, *Scomber scombrus* L. I. Mackerel migrations in the English Channel and Celtic Sea. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 27 (3): 517-539.*
- (1949). Ditto II. A study of the fishery in the south-west of England, with special reference to spawning, feeding, and 'fishermen's sign'. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 28 (3): 555-581.
- TANING, Å. V. (1918). Mediterranean Scopelidae (*Saurus*, *Aulopus*, *Chlorophthalmus* and *Myctophum*). *Rept. Danish oceanogr. Exped. Medit.*, 2 (Biol.), A. 7: 1-154.*
- 渡辺 徹・ほか (1958). 兵庫県津居山沖における底魚群集構造に関する研究. 兵庫県水試報告. (9): 1-20.
- YOUNT, J. L. (1958). Distribution and ecologic aspects of central Pacific Salpidae (Tunicata). *Pacific Sci.*, 12 (4): 111-130.

* 直接に参照することをえなかつた。

付 表

新潟県沿海において旋網で漁獲されたマサバの餌料 (1958年). 符号は biomass の点からみて 少 (+), 中 (++), 多 (++++) を示す.

漁獲	月	日	2月6日	2月11日	2月19日	2月23日	3月21日	4月3日	5月9日	5月29日	7月17日	9月12日	9月13日	12月5日
調査	個	場*	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C	C	A
同上	尾	数	20	20	20	20	20	20	20	11	11	6	5	10
同撮	又	体 囲	322-430	308-435	338-427	343-440	336-441	246-416	294-417	385-427	269-369	325-366	358-398	352-388
同上	餌	数**	5	9	2	20	1	20	15	6	8	4	4	5
同上	摂	体 囲	0.4-ca.5	0.9-10.7	2.1-4.6	0.7-60.6	11.3	1.3-19.2	0.1-9.6	0.1-1.3	0.2-14.8	0.1-0.7	測定不能	0.1-11.5
魚 類:	カ	イ	+					++			+++			++
	ウ	エ				++			++					
マ	ア	ジ											++	
尾索類:	サ	ル							+++	++	++	++	+	++
<i>Oikopleura</i> spp.														
棘皮類:	Ophiopluteus	幼 生			+	+				++				
甲殻類:	Zoea	幼 生	+	+					+++					
	シ	ラ					+++				+			
	ツ	ノ	++	++	++ (卵)	++	++	++	+	+				
<i>Parathemisto japonica</i>														
Hyperiidae			+	++	+	++	+	++	+	+				
Oxycephalidae							+	++						
Phronimidae						+		++						
Talitridae														
Podom sp.											+			
<i>Calanus cristatus</i>				+		++	+	++						

料

Comparative Study of the Population Size of Japanese and California Sardines*

BY

ICHIRO YAMANAKA

Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, Niigata, Japan

Abstract

The patterns of the annual landing of both California and Japanese sardines are similar in several points, the sudden rise in 1930s and drop in 40s, and the temporary recovery in 50s. The year class strengths were estimated by several methods. After 1950 they do not always pararel in their patterns.

Total, natural, and fishing mortality rates were also estimated by several methods. Total mortality rates increased after 1940 in both conntries especially in Japan. And this increase seems to be caused by natural causes rather than heavy fishing. And at the same time, the drop of the availability was seen.

The spacial density of larvae in their distribution seems to some extent capable to forecast the strength of the coming year class in some districts

The alternation of subgroups might be one of the reasons of the decline.

1. Preface

Among the species of Sardinops, biological studies have been made most intensively for both California sardine (*S. Caerulea*) and the Japanese sardine (*S. Melanosticta*). And moreover both of them have been most important commercial fishes at the both sides of the Pacific Ocean.

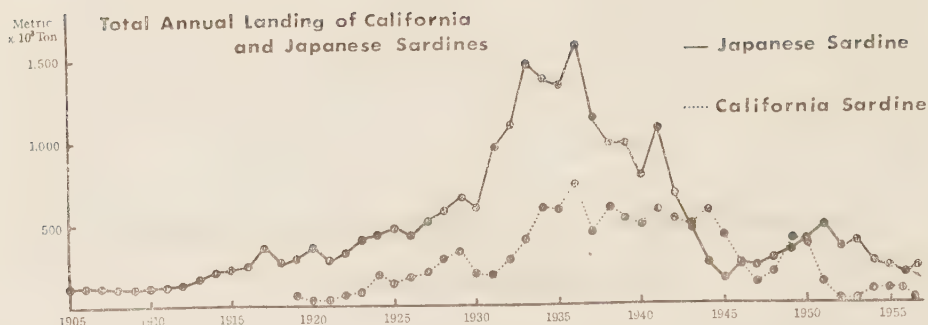
Not only both species have many similarities in their biological characteristics such as the spawning habits, growth rates, and others, but also they have a similar trend in the landing pattern in this century.

Both of them attained their peaks in the thirties after a rapid development since 1910s, followed by a drastic decline in the forties. In discussing the cause of the decline, this similarity sometimes has been refered as a main standpoint to assert that the cause of the decline is not due to the heavy fishing, but it is the world-wide one caused by the natural factors.

The author's study aims to discuss not only the general pattern of the annual catch trend, but also the details of the population dynamics of the both species in order to compare the feature of the fluctuation of the population and catch.

* Contribution from the World Scientific Meeting on the Biology of Sardines, Rome, Italy, Sept. 1959.

FIG. 1



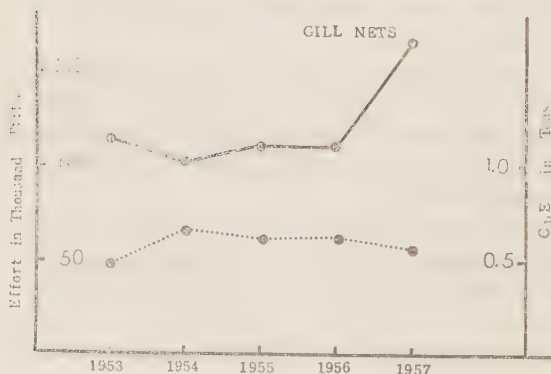
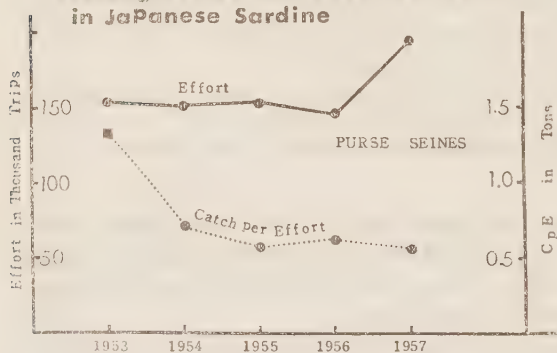
Thus we shall discuss whether the similarity of the landing pattern is the real one or only an apparent one.

2. The trend of the landing. (Fig. 1)

Although the fluctuations of the landing of the both species have a parallel trend at a glance, in detail, they have many differences. For example, the decline in Japan began in 1937 and continued until 1946, while in case of the California sardine, the drop of the yield did not take place until 1946. Of course it might be due to the difference of the economical conditions of both countries. After that even a reciprocal relationship is shown between the trend of the two countries.

FIG. 2

Fishing Effort and Catch Per Effort in Japanese Sardine



3. The pattern of fishing effort and catch per effort. (Fig. 2)

In Japan, reliable statistics of effort are not available throughout the country before 1940. And we can trace back only several years about the catch-effort data. And moreover, the standardization of effort by linking the data which has been employed in California sardine has not been employed in Japan. Therefore the Japanese data are not so adequate in considering the long trend of data.

Furthermore, the fishing ground extends much wider in Japan, and many types of gear are employed in the fisheries, while only purse seine is done in the Californian fisheries, such situations make Japanese fisheries much more complicated in comparing the data of both countries.

The catch of sardine per effort in Japanese purse seine has been decreasing since 1953, and this

tendency is also seen in gill net fisheries which catch large fish exclusively.

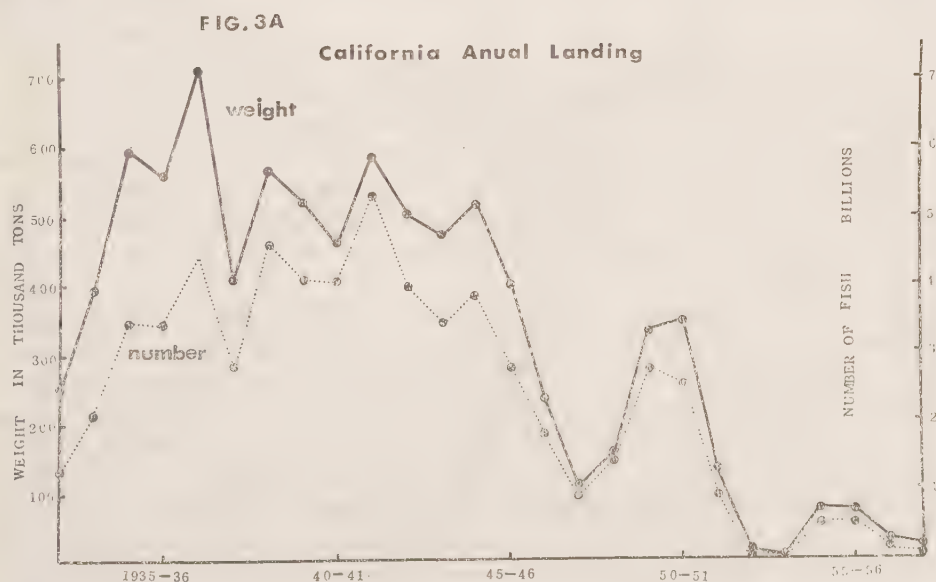
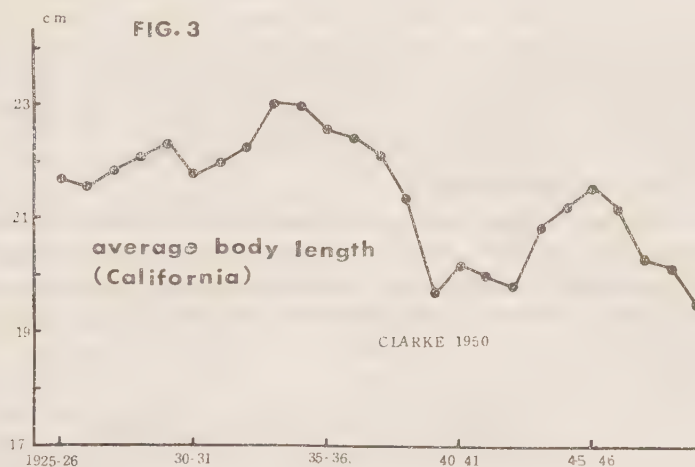
4. The similarity and difference of the pattern of landing.

As have been mentioned in the previous paragraphs, there are similarities and as well, differences between the patterns of the landing of California and Japanese sardines.

4. 1. *The pattern in the developing years.*

The comparison of the rises and the drops of the landings in the two countries in 1930s and 40s shows that the drop followed immediately after the peak of 1937. There was a ceiling before the drop began after the peak.

In comparing the number of fish caught instead of the weight of the yield, the difference becomes clearer. In California, the peak in the number of fish caught does not coincident with that of the weight. The former took place in



1941 against 1937 of the latter. It is caused by the decreasing of the size of fish. And in fact, the average body length of the California sardine lessened from 230 mm. of 1932, to 220 mm. in 1936, when the maximum of the yield took place, then it dropped as small as 200 mm. in 1941. (Fig. 3)

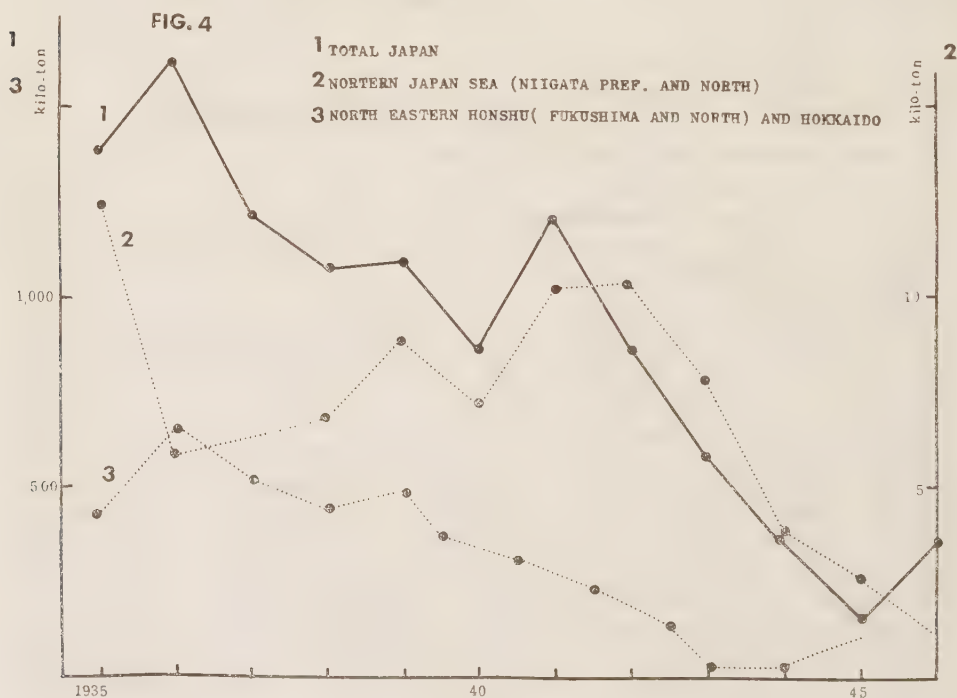
In Japan, no such data sufficient enough to show the change of the fish size in this period are available. However, it is shown that the landing by the gill nets in the Japan Sea area, which catch old fish exclusively did not change so rapidly. The increase in the 1930s took place in Hokkaido at first, then at the north-eastern coast of Honshu, in 1936. This rapid development caused the major peak in the whole Japan. Seeing that the major type of the gear in this region at those days was the set nets, it can be supposed that the increase was caused mainly by that of the small and middle sized fish, but not by the large ones.*

In Japan it is likely that the peak in number of fish proceeded that of weight. In other words, the outbreak of new year classes in California continued after the peak of the weight of landing, but the decrease of old fish caused the drop of the weight of the landing in spite of the increasing of the number.

On the contrary, the peak of the weight of the landing in Japan seems to have been caused by the growth of the new year classes.

4. 2. *The pattern in the declining years.*

The drop of the landing took place rapidly since 1940 in California. It occurred at first in the Pacific Northwest, where the old fish disappeared, and then the landing dropped contemporary with the increase of the average age. In the coast of Central California, (San Francisco and the vicinity) the drop also



* This Hypothesis is supported by the data.

happened 1946 as the last thriving year. While, the landing in the coast at the Southern California was still increasing. Namely, the severe drop after 1946 was mainly caused in the Northern fishing ground.

In Japan, on the contrary, in spite of the severe drop of landing in the north-eastern coast of Honshu and Hokkaido which occurred immediately after the peak and became serious since 1940, the drop was not so severe in some places in the coast of the Japan Sea where the major part of the catch was the old fish. And there was still some tendency of increasing even in the early forties. (Fig. 4)

Thus it is noteworthy that the fluctuation of the total landing of Japanese Sardine, most of which is composed of young fish does not always coincide with that of the old ones.

5. Fluctuation of California sardine from the viewpoint of age composition. (Fig. 5)

5. 1. *Increasing years.*

Before 1932, no data were published, but it is said that the 1929 year class continued to appear as the dominant one since 1931 to 1933-34 seasons.

The increase of the average body length during the seasons 1929 through 33 shows this fact. And the dominant class was supposed to be the 1927 year class.

The general tendency in this period is that the recruitments of new year classes were increasing, and the amount of recruitments were particularly high in the middle and southern California.

On the other hand, the immigration of the young 1928 through 33 year classes to British Columbia, then the 30 through 32 year classes to U.S. were thriving until 1936-37 season, especially in the northern districts for the wintry fisheries. After that they dropped suddenly and were replaced by the young fish in the autumnal fisheries. Thus the increasing of the landing reached its peak in the 1936-37 season in San Francisco area where old fish were caught. While the number of fish increase in the Southern district where the recruitment of young fish are thriving.

5. 2. *Decreasing years.*

As MARR* pointed out the decline shows the following pattern.

5. 2. 1. *At British Columbia*; The number and the weight of the catch reached their peaks in 1941 and 1943 respectively, and after that the decreasing happened year after year, until the fish practically disappeared. The entering year class decreased since 1939 and then disappeared as the 1943 year class as the last. The age composition at this district truncated at the 1943 year class after the season of 1945-46. And then it shifted toward the older side by one year.

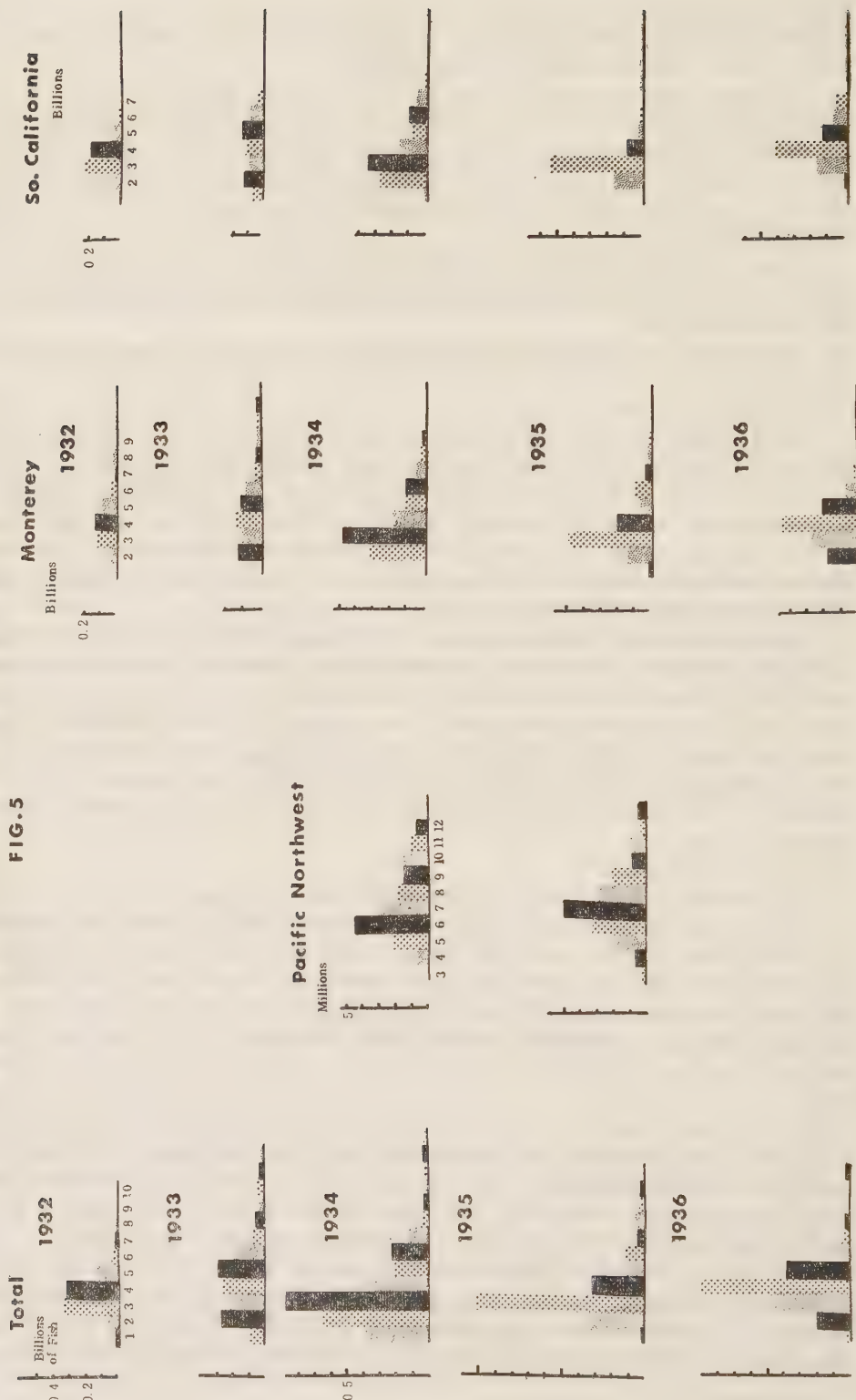
5. 2. 2. *At San Francisco*; The pattern is somewhat similar to that of British Columbia. The abundance of the entering year class decreased after the 1939 year class, and disappeared as the 1943 year class as the last. A recovery was seen to some extent in the 1947 year class which appeared in the season of 1949-50. But its strength was very poor compared to the last 43 year class.

However, a noticeable difference can be seen in the pattern of British Columbia from California. In the former, the enlargement of the body size was caused by the decreasing of the entering year classes, while the drop of the availability is more important factor in San Francisco, because the age compo-

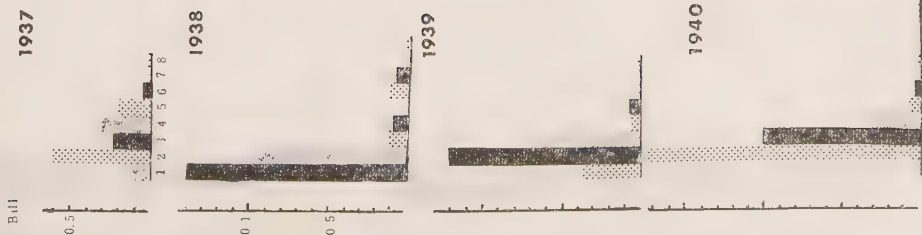
* in manuscript

AGE COMPOSITION OF CALIFORNIA SARDINE

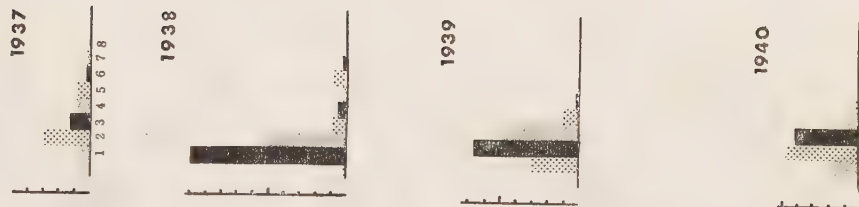
FIG. 5



Total



Monterey



So. Cal.

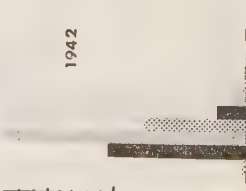
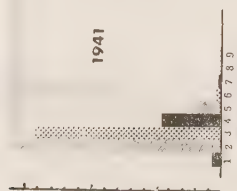


Canada



Age Composition, Cont'd

Total

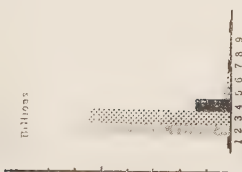


Canada



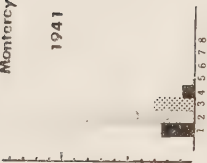
San Francisco

Section 1



Monterey

1941



1942



943



1944



So. Cal.



San Diego

Millions



Age Composition, Cont'd

Total

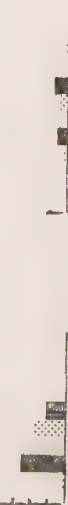
1945



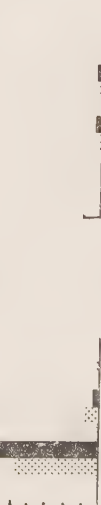
1946



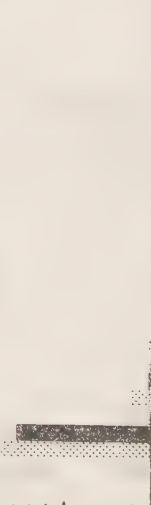
1947



1948



1949



Canada

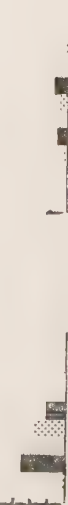
1945



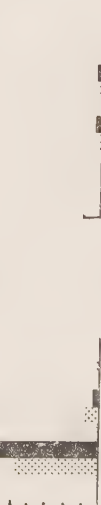
1946



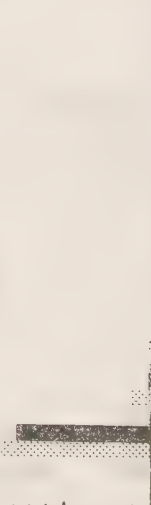
1947



1948



1949

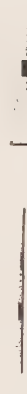


San Francisco

1945



1946



1947



1948



1949



Monterey

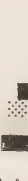
1945



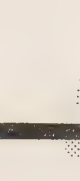
1946



1947



1948

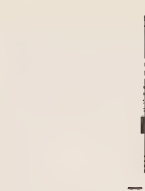


1949

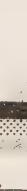


So. Cal.

1945



1946



1947



1948



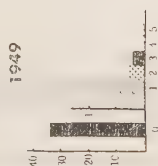
1949



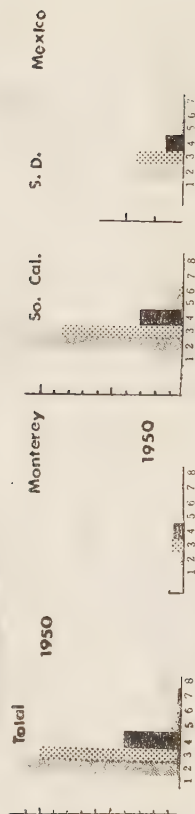
FIG. 6 AGE COMPOSITION OF JAPANESE SARDINE

Whole Japan

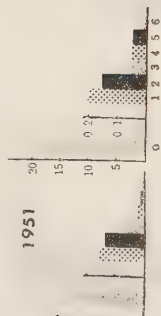
Billions of Fish



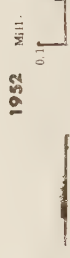
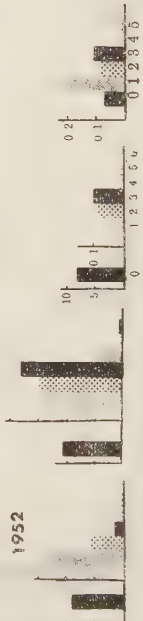
Age Composition Cont'd



Kyushu



Western Jap. Sea Northern Jap. Sea



1953



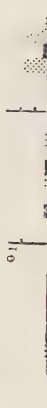
1953



1953

10

0.1



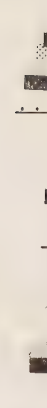
1954



1954



1954



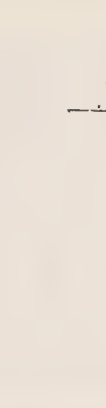
1955



1955



1955



1956



1956

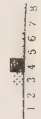


Age Composition, Contd

So. Cal.

1956

0.1 Bill.



Mexico

Bill.

20



1957



1957



1957



10

sition showed the relative decrease of the older fish rather than that of the young ones.

5.2.3. *At Monterey*; The pattern is similar to that of San Francisco in general, with an exception that the young fish of one year old occupied the considerable part of the total landing. But the sudden drop in 1946 was seen not only in the young fish but also in the old fish likewise. Therefore the main cause of the decline is more likely due to the drop of the availability rather than the decrease of the recruitment.

5.2.4. *In the southern California including San Pedro*; A noteworthy difference was seen in the change of the age composition from that of the other districts. No drop was recognized in the abundance of the year classes after the 1947's and the 48's continued strong.

Thus the outlook of the change of the age composition in the coast of California in the forties are:-

(A) *In the northern district*, the recruitment fell down at the 1943 year class as the last successful one. And accordingly, the pattern of the age composition shifted toward the older tail year after year. But in the middle part of California, the availability of the older fish decreased at the same time. Therefore the two factors worked altogether so as to collapse the sardine fisheries in San Francisco area. (B) *In the southern districts*, however, such change of the year class was not so strong, and the increase of the landing of one year old fish was seen in the middle of the southern California.

The 1947 and the 48 year classes in the Southern districts are the strongest ones since 1939.

6. The change of age composition in Japan in 1940s. (Fig. 6)

Although the data are rather poor, some are available for the Japanese sardine in 1940s.

The fluctuation of age composition of Japanese sardine is more irregular than that of California, and it is difficult to tell the trend. However, the fluctuation is not so noticeable in the old fish as in case of small ones. As to the geographical variations, the fluctuation at off Southern Honshu and Shikoku is no so wide as that off Kyushu district. In 1943, when the landing decreased suddenly throughout the country, the landing of this district alone showed an increasing.

And moreover, the age composition on the Pacific coast showed the tendency to shift toward the old tail compared to that of 1939, thus making enable to suggest that the recruitment is decreasing.

As to the age composition from 1948 to 50, the data are less reliable. But looking at the data of the age composition of the 1949 season, when the survey was resumed, the proportion of the fish as young as zero and one year of age showed a remarkable increase. But this is mainly because the recovery of the fishery took place chiefly in the western part of Japan where the young fish distribute and are caught by the purse seines. Therefore we cannot easily determine whether that the entering year class was increasing.

7. The change of the age composition of California sardine in 1950s.

The landing of the California sardine fell down during the period from 1949 through 53 with a drastic collapse which happened in the season of 1952-53. Only less than ten per cent of that in the previous year were caught in this season.

In this period only the southern part of California coast was left as the fishing ground. And the fall of the small fish was the main factor of the decline of 1951. In this year the strength of the 1949 year class which entered the commercial stock was only one twentieth of that of the 48 year class. The old fish also dropped. But the decreasing of them is not so severe as that of the new year classes. On the other hand, the main factor of the severe drop in the season 1952 was likely due to the drop of the availability of the older fish rather than the decline of the recruitment. Namely, the decline of the two successive seasons took place in two steps; at first the decline of the recruitment and then the drop of the availability of the older fish.

A temporary recover was seen in the season 1954, though it did not reach the level of 51. The increase was partly caused by the recruitment of young 51 and 52 year classes, apparently by the rise of the availability of the old fish. The strength of the 51 year class could not be foreseen in the previous season.

It is noteworthy that the decline in the 1950-51 and 51-52 seasons were not so serious in the Mexican waters as in the central Californian waters. This fact shows that the change of the availability was due to the southward movement of the fishing ground.

After 1956, the landing dropped suddenly again. But the drop was also caused by the labor trouble of the price dispute. The two year classes in 1951 and 52 appeared considerably strong for those in recent years. Therefore, in Mexico where no such trouble took place, the decline was not seen. But the drop of the landing occurred here in 1956, when the landing in U. S. was considerably high.

8. The change of the age composition of Japanese sardine in 1950s

Generally speaking, the landing of Japanese sardine has been decreasing since 1949, particularly the drop of the number of young fish below one year of age is noticeable year after year since 1952. On the other hand, however, the fish of two years and older particularly the two years old fish have a tendency of increasing from the gross viewpoint of whole Japan. Though the fluctuation of year classes are not so remarkable as in the case of California, the 1949 year class was strong for three years from 1952 through 54. The 53 year class was also as strong as it.

From the local viewpoint, however, an increase was seen in the Japan Sea, particularly in the western part of it, in spite of that of the whole Japan.

This is because of the development of the purse seine fisheries in the Japan Sea which were introduced from the western part of Japan. But the increase in this region was not big enough to compensate the decline in the other parts of Japan.

In the Japan Sea, the strength of the year class has been increasing in the western part since 1951. While in the northern part, the strength of the 1953's is considerably big, and the recruitment is decreasing hereafter. In the Japan Sea, the availability has a wide fluctuation particularly in the northern part of the Japan Sea.

9. The change of the year class strength

Several methods can be adopted to estimate the strength of a year class, In Japan, the adult fish of two years and older have different fishing season from that of the young ones; and the fishing methods employed are very complicated.

Therefore, the relationship between the population size and the landing is also complicated. So the latter is not adequate as the index of the year class strength. Moreover it is also difficult to obtain the relationships between the effort and catch because of the variety of the types of the gears. On the other hand, the recruitment does not complete at the second year of their life. The difficulty is also seen at the two year old fish, which make the earliest adults entering the fishing ground, because two types of gear are employed, namely purse seines and gill nets, thus making unable to consider them synthetically. In case of California sardine, it is rather simple in this point. But sometimes the recruitment completes at the 3-year-old both in Japan and in California.

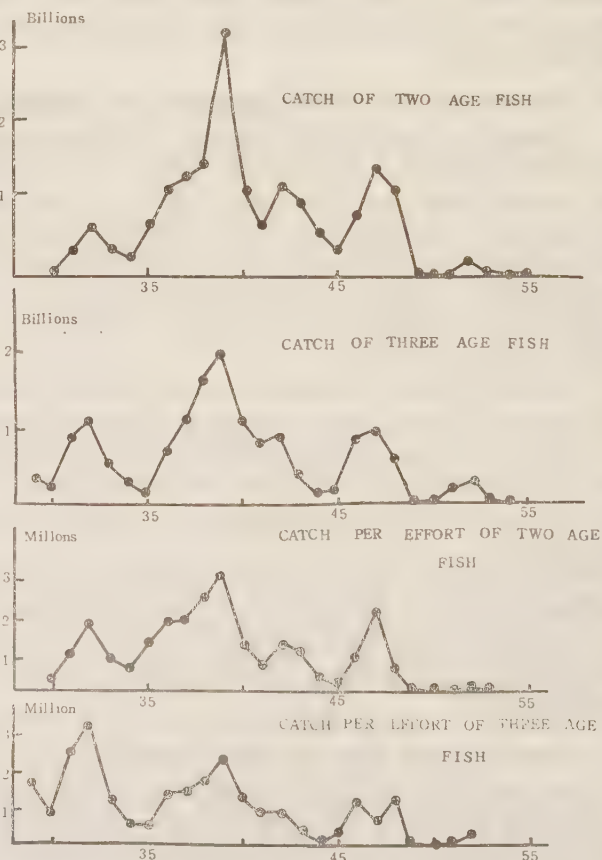
Considering these points, the following methods were adopted as the indices of year class strength.

- (a) Catch of two-year-old fish.
- (b) Catch of three-year-old fish.
- (c) Catch per effort of two-year-old-fish.
- (d) Catch per effort of three-year-old fish.
- (e) Virtual population size of two-year and older fish.
- (f) Virtual population size per effort on two-year-old fish.
- (g) Virtual population size at zero year and older.

The strength of each year class was computed by these methods. But in this case, gill net was adopted in Japan as the standard. (Fig. 7)

In considering briefly the meaning of these methods, it is rather doubtful whether the catch per effort which represents the spacial density of fish is adequate as the index of a population size in case of the migratory fish of which availability may change in wide amplitude and which move from one place to the other. Even if the areas of the fishing grounds are taken into consideration to adjust it, it is still unsuitable as the index of the population index. On the other hand, if we consider that some of the fish which do not migrate to the fishing ground at once, but appear there later in some time of their lives

FIG.7. Year Class Strength (California)



and then are exploited, the virtual population size of the year class which is computed by accumulating the number caught from the same year class, or the accumulated value of landing per effort is likely more suitable for the purpose than the simple catch per effort.

The estimated value by these methods have of course some differences each other. But the general trend of the fluctuation of the year class strength shows, (a) the rise until 1932, (b) poor recruitment in the following two years, (c) the rapid rise producing the dominant year class of 1939. But after that, a sudden drop happened and only one ninth of the strength of 1939 year class appeared in 1945. A slight recovery one third as strong as that of the 1939's took place in 1947. But this was only a temporary phenomenon. In 1949, another decline happened and the year class strength was only one fiftieth of that of the 1939. After that, small fluctuations followed, but the strength of year classes never reached even to the level of 1934, far from the 1939's.

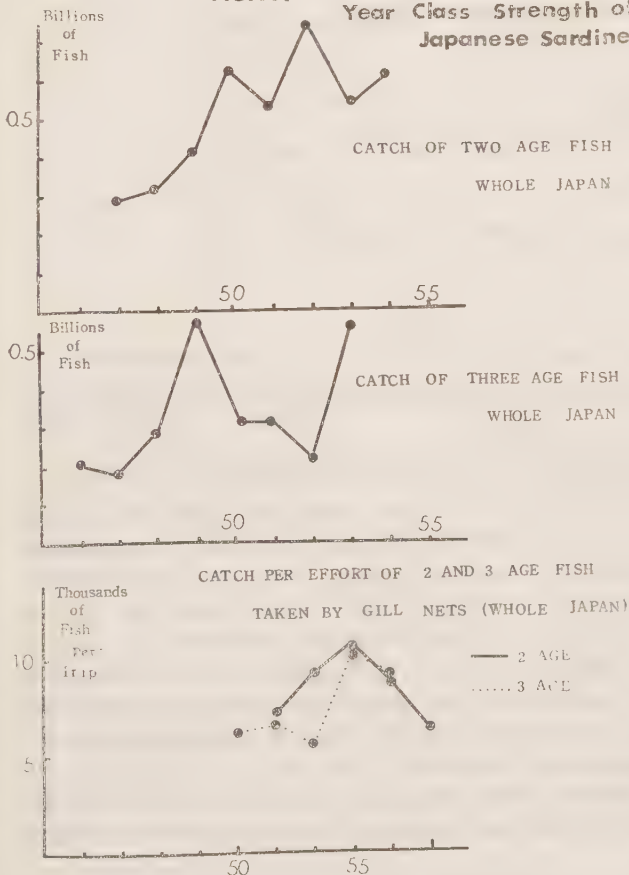
However, the decline in the northern part has a different pattern from the southern district. In the northern district, two steps of the noticeable decline were seen. The first of them is that of the 1941 year class which dropped to one tenth of the 1939 year class in only two years; and the second is the severe fall at the 1943 year class as the last and dropped also to the one tenth of the

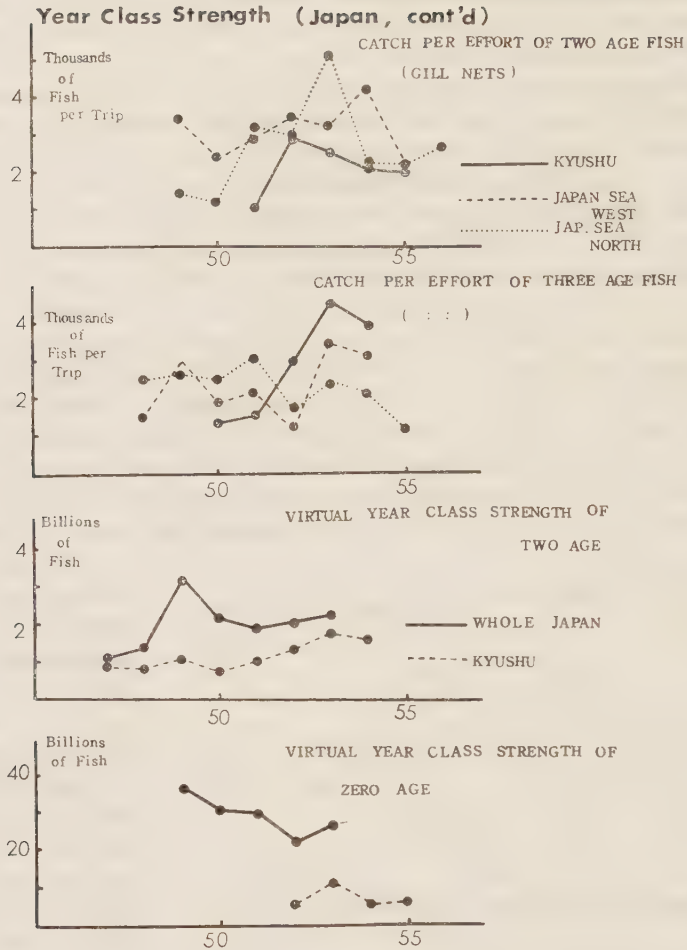
previous season. On the other hand, the drop of the 1934 year class was severe in the southern part, and the drop from the 48's to 49's was also drastic. Moreover the dominance of the 1939 year class which was the strongest one in the recent years throughout California was not so remarkable in the southern part of California.

Japanese data show only the last tail of the long trend. No wide fluctuation of the year class strength was seen as in the case of California sardine. The only exception was the 1949's which could be seen from the data of old fish. To be interesting enough, the strength of year classes seem reciprocal against those in California year to year. Namely the 1949's was the poorest one in recent years in California. Another

FIG. 7A

Year Class Strength of Japanese Sardine





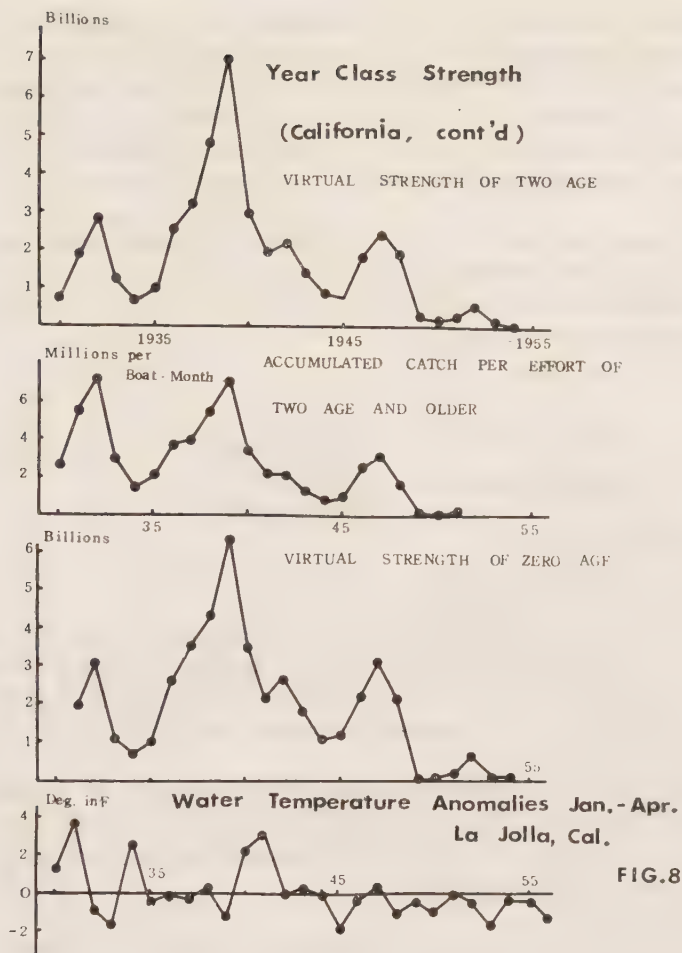
example of this reciprocal relationship is the year classes of 1938 through 1941, which were supposed as poor ones in Japan.

10. Some suggestions on the factors of the year class fluctuations

As to the reason of the decline of the coming year class strength in the northern California, MARR pointed out that the drop of the water temperature off southern California took place in the middle forties. It is true that the drop of the water temperature measured at Scripps pier in the spawning season (February through April) in the 1944 through 46 season coincides the fall of the year class strength in this period. And the disappearance at the 47 year class as the last may be enough to support the hypothesis. But in 1930's, this hypothesis cannot be supported from the fact because of the strong year classes in spite of the low water temperature. (Fig. 8)

By judging the available Japanese Data, KURITA pointed out that the year classes from 1938 to 1939 seem to be caused also by the change of the environmental factors.

Anyhow the data are too poor to explain the long term fluctuation.



11. The comparison of vital statistics of Japanese and California sardine.

11.1. *survival rate*; The longitudinal survival rate of old fish of three years and older is shown as follows.

(i) *California* By catch per effort data of the whole seasons from 1932 through 1953. (the data of the season 1953-54 was not adopted, because they look like too extraordinary)

$$Z^* = 1.019$$

By catch per effort data, broken at 1945 when a sudden drop happened,

$$i_A = 0.9135 \text{ (1932 through 45)}$$

$$i_B = 1.0718 \text{ (after 1945)}$$

Assuming the total survival rate has a normal pattern in its distribution, the difference of the total mortality rate between the two periods is not significant; but it is also noticed that the variance of them have been increasing.

In those years when the fisheries was developing, in California, the amount of effort had a fairly good relationship proportional with the total mortality rate. And moreover, a tendency was seen that the mortality rate decreases apparently

in the seasons when a strong year class entered the stock, and then it is increased gradually with a slope which became steeper by and by.

(ii) *Japan* By TAUTI (1943) the age composition of the season 1943 was estimated. By his data, the longitudinal survival rate s was estimated as 0.65 for the two-years and older fish, and 0.63 for the three-year and older fish. The value of the total mortality rate Z ($= -\log_n S$) correspond 0.43 and 0.47 respectively.

In the Japan Sea, the value of s and Z for the three years and older fish are 0.69 and 0.41 respectively.

As to Japanese sardine after 1945, the values of total mortality have been estimated as the following data.

Two-years and older ;

	s	Z
Western Japan Sea	0.21-0.86 (mean 0.51)	0.67
Northern Japan Sea	0.63-0.52 (mean 0.58)	0.54

Three years and older ;

Western Japan Sea	0.36	1.02
Northern Japan Sea	0.33	1.01

On granting the poor reliability, of the Japanese data before 1945 showed the higher survival rate compared to both of them of California at the corresponding years, and to those of the postwar Japan. And in addition, it is shown that the total mortality rate of Japanese sardine after 1945 is a approximately equal to that of California.

A great difference is shown, however, in the chance of appearance of the old fish. In Japan the old ones over six years of age appear quite seldomly, while in U.S. and Canada, it sometimes happens that the fish as old as twelve or thirteen years appear in bulk.

11.2. *Natural mortality*

It is one of the most difficult problems in the study of population problems to estimate the natural mortality, and no effective method have been devised. Especially in the case of Japan before the war, where data of neither effort nor age composition are available, the value of the natural mortality can practically not be obtained.

The only data which show the value of the natural mortality in this period is obtained by the result of tagging.

By this method the value was estimated as $M=0.3$.

Several values of the estimated natural mortality rate are shown in the following table.

(i) *California*

before the decline ;

by catch per effort data ;

SILLIMAN (1943)	$M=0.3$
WIDRIG-YAMANAKA* (1954)	0.10 (fully available)
YAMANAKA (1958)	0.35 (partially available)

by virtual population ;

* This symbol means that the value was originally calculated by WIDRIG and was recalculated by YAMANAKA

YAMANAKA (1958)	0.34
by maximum life span ;	0.14
after the decline ;	
by catch per effort ;	
WIDRIG-YAMANAKA	0.52 (fully available)
YAMANAKA	0.75 (partially available)
by virtual population ;	
YAMANAKA	0.4
by maximum life span YAMANAKA	0.3

(ii) *Japan*

before the decline ;	
by tagging ;	
TAUTI	0.3
after the decline ;	
by effort and catch ;	
YAMANAKA	0.5 (two year and older)
by maximum life span ;	
YAMANAKA	0.32

Here, a care must be taken that the apparent natural mortality of Japanese sardine has high values, one reason of which is the fluctuation of the availability of the old fish by means of the selectivity of gill nets.

It is also noteworthy that the natural mortality has a higher value after the decline compared to that before it

11.3. *Fishing mortality*

The value of the fishing mortality is obtainable by subtracting the natural mortality rate from the total mortality rate.

The average value of the fishing mortality rate are shown in the following.

(i) *California*

before the decline ;	
YAMANAKA (1958)	$F=0.81$ (fully available)
"	1.93 (partially available)
after the decline ;	
YAMANAKA (1958)	0.53 (fully available)
"	1.00 (partially available)

(ii) *Japan*

after the decline ;	
YAMANAKA (1957)	0.50-0.70 (fully available)

These figures do not show any remarkable difference between the variances of Californian and Japanese sardines.

It is an important fact that the increasing of the total mortality rate was mainly caused by the natural mortality in both Japan and in California.

12. **The pattern of the eggs abundance spawned.**(Fig.9)

By the spawning survey, the amount of eggs spawned has been decreasing in the western part of Japan since 1951, and increasing in the Japan Sea, thus showing the tendency of a northward movement of the spawning ground. At the same time the total egg abundance is decreasing. On the other hand, the larval survival rate is comparatively high in Kyushu district and very low in the Japan Sea. Therefore, the number of the post larvae survived is larger in the waters off Kyushu than in the Japan Sea in spite of the less eggs. It is

regretful, however, that no accumulation of data is available which enable to estimate the amount of eggs spawned in whole Japanese waters since 1955.

As to the example which shows the relationship between the spawning and the year class resulted from this spawning, we have one of 1953, when an extraordinary abundant eggs and larvae were found, and the strength of the year class of the same year seems bigger in the recent years.

In comparing the abundance of the post-larvae in the waters off Noto against the strength of the year class from them, the amount of the catch of the O-age-fish in the northern Japan Sea, and the amount of two-year-old fish caught by the gill nets in the same region, we obtained the relationship seen in the Fig. 9.

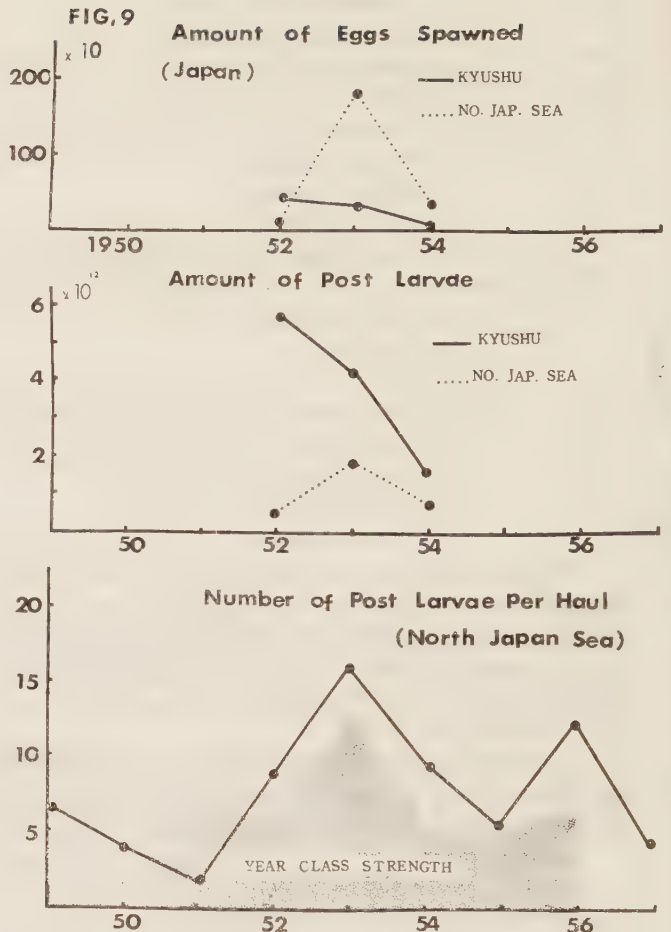
It seems possible to some extent to forecast the strength of the entering year class of the large sardines.

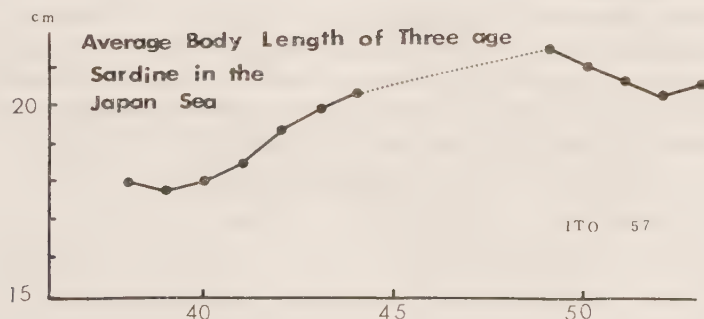
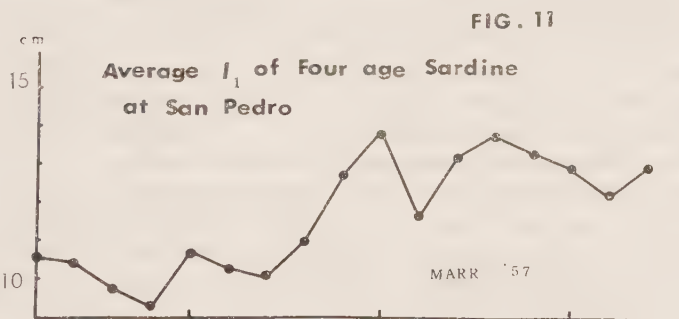
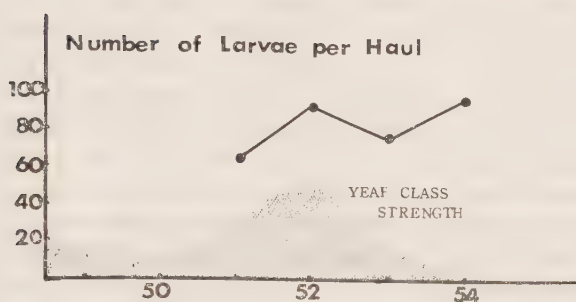
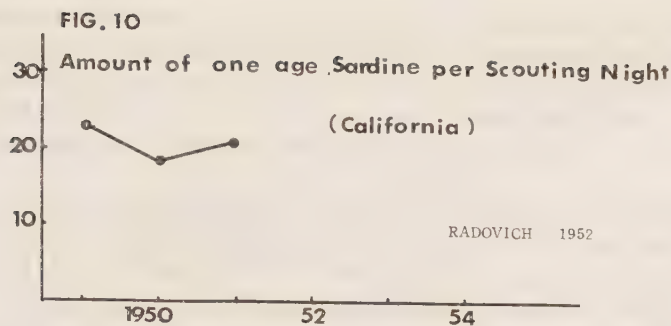
In California, the one-year-old fish are very lowly exploited. After RADOVICH (1952) the amount of the young sardines shows no clear relationship against the year class strength. (Fig. 10)

Moreover, by the amount of the larvae obtained by the spawning survey from 1951 through 54, it is hardly possible to find a clear relationship between them and the year class strength resulted. Namely, it is not easy to forecast the year class strength of the two-year-old fish.

13. Some interpretation of the fluctuation of the population size from the viewpoint of subgroup.

By MARR's hypothesis, two major groups are supposed in California sardine, namely, the northern and the southern. The northern group disappeared at the 1943 year class as the last. As to the evidences of this hypothesis, he pointed out the increase of the length of the formation of the first ring of scales, l_1 and the change of the age composition. Whill, in Japan, there is no such biological fact which shows the change of the growth rate at the first age of life. But





one example which resembles this fact is the increase of the two years old fish at the western part of the Japan Sea in the 1940's compared to that of the 1930's. The amount of increasing reached three centimeters; and the time of the increase corresponds to that of the decreasing of the population. size. Usually this increase of the body length is considered to be due to the amount

of food supply per individual fish. But it might be possible to consider it as the alternations of two groups each of which has the specific growth rate. (Fig. 11)

The number of vertebrae in Japan has been reported to have decreased compared to that of the 1930's. And the vertebrae number in the Kyushu district and in the Pacific coast were lower than that in the Japan Sea area in the same days.

In Japanese sardine, two major and two minor subgroups are suggested. The major ones are located in Kyushu waters and in the Japan Sea respectively; and the minor ones are, in the Pacific and off Shikoku. They are mainly identified by the difference of the spawning grounds.

By ITO (1957) a hypothesis which is comparable to that of MARR was presented.

Although no evidence by means of tagging is available as in the case of the California sardine, the Kyushu group is supposed to distribute in the western part of the Japan Sea as well as in the Kyushu waters, while the Japan Sea group does in the middle and southern part of the Japan Sea.

By some unknown case, the infant mortality rate increased in the late 1930's, thus caused the decline of the Japan Sea group with high vertebrae number, and then lowered the average number of vertebrae in Japan as a whole.

The second step of the decline happened in the Kyushu group. The reason of the decline is still ambiguous. But one of the considerable reasons, and which is often claimed is that the decline of the Kyushu in the recent years is caused by the heavy fishing which is due to the development of purse seine in this area. However, as the present author has already mentioned, the value of natural mortality rate in the first year of their lives is high enough to make the effect of fishing unclear. And moreover the relationship between the population size and that of the resulting year class is not clear. Therefore we cannot determine that the heavy fishing is the major cause of the decline.

As for the view on the major cause of the heavy decline which took place in late 1930's in Japan, and then in the middle 1940's in California, it is agreed that the drop of the recruitment occurred. And then that the second stage of the decline took place in 1950's, of which reason seems the drop of the availability.

14. Acknowledgement

The author manifests his deepest thanks to Mr. J. C. MARR, the Director of Marine Biological Laboratory La Jolla, U. S. BUREAU of Commercial Fishery and Dr. E. H. AILSTROM for their kind guidance during the author's stay in California from 1957 to 58, and to Dr. K. UCHIHASHI, the Director of Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory and Mr. G. KATO, the chief biologist of the same laboratory for their encouragement and considerations.

LITERATURE CITED

(A) Statistical data of catches, body lengths, size and age compositions

(a) California sardine

CLARKE, F. N., and A. E. DAUGHERTY

(1950). Average lunar month catch by California sardine fishermen, 1932-33 through 1948-49. *California Division Fish and Game, Fish Bulletin No. 76*.

(1952). Average lunar month catch by California sardine fishermen, 1949-50 and 1950-51. *California Fish and Game*, Vol. 38, No. 1.

ECKLES, H. H.

(1954). Age composition of the commercial catch of Pacific sardines, 1932-38. In age determination of Pacific sardines from otoliths, *Research Report 37. United States Fish and Wildlife Service*.

FELIN, F. E., A. E. DAUGHERTY, and L. PINKAS

(1950). Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States and Canada in 1949-50. *California Fish and Game*. Vol. 36, No. 3.

(1951). Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States and Canada in 1950-51. *California Fish and Game*. Vol. 37, No. 3.

FELIN, F. E., and J. MCGREGOR, A. E. DAUGHERTY and D. J. MILLER

(1953). Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States and Mexico in 1952-53. *California Fish and Game*, Vol. 39, No. 3.

(1954). Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States and Mexico in 1953-54. *California Fish and Game*, Vol. 40, No. 4.

(1955). Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States and Mexico. *California Fish and Game*, Vol. 41, No. 4.

FELIN, E. E., and J. B. RHILLIPS

(1948). Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States and Canada, 1941-42 through 1946-47. *California Division Fish and Game, Fish Bulletin No. 69*.

FELIN, F. E., J. B. PHILLIPS, and A. E. DAUGHERTY

(1949). Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States and Canada in 1948-49. *California Fish and Game*. Vol. 35, No. 3.

FELIN, F. E., R. ANAS, A. E. DAUGHERTY, and L. PINKAS

(1952). Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States in 1951-52. *California Fish and Game*, Vol. 38, No. 3.

FELIN, F. E., R. S. WOLF, A. E. DAUGHERTY and D. J. MILLER

(1958). Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States and Mexico in 1955-56. *California Department Fish and Game, Fish Bulletin No. 106*.

MOSHER, K. H., F. E. FELIN, and J. B. PHILLIPS

(1949). Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States and Canada in 1947-48. *California Fish and Game*, Vol. 35, No. 1.

WOLF, R. S., J. MCGREGOR, A. E. DAUGHERTY and D. J. MILLER

(1958). Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States and Mexico in 1956-57. *California Department Fish and Game, Fish Bulletin No. 106*.

Besides the publications listed above, several unpublished data compiled by U. S. Bureau of Commercial Fisheries and California Department of Fish and Game are available.

(b) **Japanese sardine**

HOKKAIDO REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

(1959). *Progress Report of the Cooperative Coastal Important Resources Investigations-1955.*
(in Japanese)

JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

(1957). *Progress Report of the Cooperative "IWASHI" Resources Investigations 1954.* (in Japanese)

STATISTICS AND SURVEY DIVISION, MINISTRY OF AGRICULTURE AND FORESTRY

(1954). *Annual Report on Statistics of Marine Fishery Catches and Culture in Shallow Sea 1953. Agriculture, Forestry and Fishery Statistics Data No. 56.*

(1955). *Annual Report of Catch Statistics on Fishery and Aquiculture-1954. Agriculture, Forestry and Fishery Statistics Data No. 75.*

(1956). *Annual Report of Catch Statistics on Fishery and Aquiculture-1955. Agriculture, Forestry and Fishery Statistics Bulletin No. 31-9.*

(1957). *Annual Report of Catch Statistics on Fishery and Aquiculture-1956. Agriculture, Forestry and Fishery Statistics Bulletin No. 32-32.*

(1958). *Annual Report of Catch Statistics on Fishery and Aquiculture-1957. Agriculture, Forestry and Fishery Statistics Bulletin No. 33-23.*

(B) Data of eggs and larvae abundances

(a) **California sardine**

U. S. FISH AND WILDLIFE SERVICE

(1953). Pilchard eggs and larvae and other fish larvae in Pacific coast-1951. *Special Scientific Report-Fisheries* No. 102.

(1954). Pacific sardine eggs and larvae and other fish larvae, Pacific coast-1953. *Special Scientific Report-Fisheries*, No. 155.

(1956). Sardine eggs and larvae and other fish larvae, Pacific coast-1954. *Special Scientific Report-Fisheries*, No. 186.

(b) **Japanese sardine**

JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

(1957). *Progress Report of Cooperative "Iwashi" Resources Investigations-1954.*

(C) Bibliography

FRY, F. E. J.

(1949). Statistics of a lake trout fishery. *Biometrics*, Vol. 5, No. 1.

HOLT, S. J., J. A. GULLAND, C. TAYLOR and S. KURITA

(1959). A standard terminology and notation for fishery Dynamics. *Journal du Conseil*. Vol. 24, No. 2.

ITO, S.

(1957). The life history of sardines, (in Japanese) *In Progress Report of Cooperative "Iwashi" Resources Investigations.*

KURITA, S.

(1957). Causes affecting the size of sardine stock in the waters off Japan and adjacent regions. *Bulletin of Tokai Regional Fisheries Research Laboratory*, No. 18.

MARR, J. C.

(In manuscript.) An hypothesis of sardine, population biology.

PHILLIPS, J. B. and J. A. RADOVICH

(1952). The young sardine surveys of 1938, 1939, 1949, 1950 and 1951. *California Department Fish and Game, Fish Bulletin*, No. 87.

TAUTI, M.

(1943). On the stock of Maiwashi, (in Japanese) *Journal Japanese Society of Scientific Fisheries*, Vol. 10, No. 5.

WIDRIG, T. M.

(1954). A method of estimating the size of fish population with the application to Pacific pilchard. *U. S. Fish and Wildlife Service, Fishery Bulletin*, No. 94.

YAMANAKA, I.

(1957). Population dynamics of sardine. (in Japanese) *In* Progress report of cooperative "Iwashi" resources investigations.

———, (In manuscript.) Some notes on the natural mortality and availability of California sardine.

摘 要

日本産マイワシと米国カリフォルニア産サージンの資源量変動の比較

山 中 一 郎

日本産マイワシとカリフォルニア産サージンの漁獲量の変動は1930年代に急増、40年代に急落し、また50年代に一時的回復を示すなど類似点が多い。種々の方法で各魚種の年級量を年別に推定したが、50年代以後では必ずしも両魚種の傾向は一致していない。

また種々の方法により全減少率、自然死亡率および漁獲死亡率を推定した。1940年以後両魚種とも全減少率は増加し、ことに日本産のものにそれが見られる。またこの増大は漁獲よりは自然要因によるものと見られ、同時に利用度の低下も見られている。

稚仔の空間分布密度は所により添加年級量を予測せしめることができる。

資源減少の一因として Subgroup の交代が考えられる。

日水研年報, (5) : 115-117, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 115-117, 1959.

日本海におけるスケトウダラの標識放流調査

Ⅱ. 1959 年の調査結果

尾 形 哲 男・大 内 明

Tagging Experiments of the Alaska Pollack in Japan Sea

II. Results of the Experiments Made in 1959

BY

TETSUO OGATA AND AKIRA OUCHI

Abstract

The tagged experiments of Alaska pollack in Japan Sea had been conducted by members of Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory since 1956. Writers obtained the results in 1959 as follows:

1. The tagging was carried out four times in the coast off Echizen point as the joint work with Fukui Prefectural Fisheries Experiment Station in March 1959.

The fish tagged were estimated to count 1,161 in which only three were recaptured in neighboring areas after 21, 62, and 173 days out respectively until September 1959.

2. On the experiments in the coastal waters off Niigata in 1956-57, two of the tagged fish were recaptured after 897 and 569 days out in the Straits of Sado.

I. 緒 言

日本海におけるスケトウダラの標識放流調査は、最近では1956～57年に新潟県沖合及び富山湾において実施され、その結果（日水研1958）はすでに報告されており、再捕率がよく、良好な成績を収めている。

1959年には、日本海の北部と西部に棲息する魚群関係が不明確であることから、能登半島以西の魚群の移動生態を知るために、福井県水産試験場との共同調査として福井県沖合において本種の標識放流を実施したので、ここに放流及び再捕結果の概略を報告する。

また、1956～57年に新潟県沖合で放流されたもののうち、1958年8月以降に再捕された記録を附記しておく。

本論に進むにさきだち、多大の御指導を賜わり、御校閲をいただいた日本海区水産研究所資源部長加藤源治技官に対し深謝の意を表する。また、本調査を行うにあたり、御協力をいただいた福井県水試上野山清技師及び同所南沢篤技師、日水研佐藤信夫氏、笠原美智子氏、葉崎漁業協同組合島本四太郎氏、千本三蔵氏、関野文吉氏等各位に厚く御礼申し上げる。

Ⅱ. 方 法

標識放流の方法は、既報（日水研1958）のように底層延縄漁具による釣針切断法を採用した。

Ⅲ. 結 果 と 考 察

放流年月日、放流場所及び放流推定尾数は第1表の通りである。第2表には1959年9月末日までに再捕されたものの記録を示した。

第 1 表 福井県沖合におけるスケトウダラの放流結果

放 流 年 月 日	放流推定尾数	放 流 場 所
1959. 3. 26	262	福井県丹生郡越廼村柴崎W/N7～9 湊
3. 27	317	〃
3. 29	353	〃
3. 30	229	〃

第 2 表 スケトウダラの再捕結果

放流年月日	放 流 場 所	再捕年月日	経過日数	再 捕 位 置
1956. 5. 6	佐 渡 赤 玉 沖 4 湊	1958. 10. 20	897	新潟県刈羽郡椎谷沖5湊
1957. 3. 30	新潟県三島郡寺泊町沖6湊	1958. 10. 20	569	新潟県三島郡出雲崎沖5湊
1959. 3. 27	福井県柴崎 W/N7～9 湊	1959. 4. 17	21	石川県小松市北西25湊
〃	〃	1959. 9. 16	173	越 前 岬 北 西 45湊
1959. 3. 29	〃	1959. 5. 30	62	越 前 岬 南 西 12湊

福井県沖合で実施した放流試験では、各回ともに2500本の標識を使用したが、その切断数は予想外に少なく、切断率は12%に満たなかった。また、切断したものについての魚種別放流尾数が推定できなかった。これは、漁況が非常にわるく民間漁船が1隻も出漁していなかったことによるものである。

福井県沖合におけるスケトウダラは、3～5月が盛漁期であつて、この期間に年間漁獲高の大部分を水揚げしているのが普通であつた。そのうち、延縄漁業による漁獲高が底曳網漁業によるものに比較して常に優位にあるのが1957年頃までの傾向であつた。延縄漁業の主漁場は越前岬を起点として、ゲンタツ瀬を含む半径約40湊内の200m以深にあることから位置的にも、時期的にも放流効果については期待されたのである。しかし、福井県においては、1957年頃から漁獲高は次第に減少をはじめ、1959年春季の漁獲高は1955年の豊漁時の約1/25になり、1958年に較べても約1/5にすぎなかった。民間漁船は、漁況がおもわしくないために他種漁業に転換するものが多くなり、必然的に漁獲高の減少に拍車をかけるようになったことはもちろんであるが、魚群の減少が切断率を低下させた大きな原因になっているものと推察される。

再捕魚の記録をみると、福井県沖合で放流したものはいずれも底曳網で再捕されているが、9月までにわずか3尾で非常に少なかった。このことは、福井県沖合における延縄漁業や底曳漁業が不振をきわめ、他種漁業に転業したり休漁状態にあつたことが再捕率低下の一因をなしているのではないだろうか。

移動経路をみると、21日後に42湊北上して石川県小松沖で1尾、62日後には南に10湊はなれた若狭湾内で1尾、及び173日後には北西に38湊はなれた海域で1尾、計3尾の資料があるだけで、十分な論議はできないが、福井県沖における春季のスケトウダラのなかには、秋季にいたるまで近接海域にとどまっているものがあることが判明した。また、沿岸部においては複雑な移動を行つていることが類推される。

なお、1956年5月に佐渡赤玉沖で放流したものが897日後に、1957年3月に新潟県寺泊沖で放流したものが569日後に、いずれも佐渡海峡内部において同じ日に延縄漁業によつて再捕されている。

このように、1年あるいは2年以上を経過しても、なおかつ放流場所に近接する沿岸海域に棲息していることは、10月に再捕されたという事実及び過去における再捕経過の記録から考えるならば、春以外の時期に

漁獲されるものは沿岸部をはなれず、地方群として若干の地域的移動を行っているのに過ぎないものと判断される。

IV. 摘 要

1959年3月に福井県沖合において実施したスケトウダラの標識放流調査結果及び1959年9月までの再捕結果を報告した。

1. 放流場所は福井県越前岬沖合7～9渚の海域で、計4回放流を行った。
2. 標識の切断率は約12%で、放流推定尾数は1,161尾であった。
3. 再捕尾数は3尾でいずれもスケトウダラであった。経過日数は21, 62, 173日で、いずれも放流場所に近接する海域で再捕されている。
4. 1956～57年に新潟県沖で放流したもののうち2尾が佐渡海峡において再捕された。その経過日数は897日および569日であった。
5. 福井県沖合における春季群のうち、少なくともその一部は秋になつても放流場所の近接海域に棲息していることが確かめられた。

引 用 文 献

尾形哲男・大内 明・佐藤信夫 (1958). 日本海におけるスケトウダラ (アカガレイ・その他の底棲魚類を含む) の標識放流調査. I. 1956～57年の調査結果. 日本研年報, No. 4 (第1分冊): 165-179.

日水研年報, (5) : 119-125, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 119-125, 1959.

日本海におけるスケトウダラの Population 構造の解析

I. 脊椎骨数の変異について

尾 形 哲 男

Population Studies of the Alaska Pollack in The Japan Sea

I. On the Variation in the Vertebral Count

BY

TETSUO OGATA

Abstract

A discussion was made on the population structure of the Alaska pollack living around Japan, using the statistical data of the vertebral count obtained during the period 1950 to 1958. The results are summarized as follows:

1. The group of the Pacific Ocean side is distinguished from that of the Japan Sea side in the population substantially, significant differences being obtained in variances of frequencies and the mean values of the vertebral numbers.

2. In the Japan Sea, mean values of vertebral numbers of the young fish group of 3-age and younger in Funakawa and Niigata were less than 49.00 at all times and were significantly different from those in other areas. On the other hand, adult fish group in Funakawa district were as low as those of young groups, but in Niigata, a large fluctuation was seen year by year.

3. The Kasumi and Tsuruga groups are likely to include the same population, and they are closely resembled to the group of west coast of Hokkaido in the vertebral count.

4. Adult fish groups of the south-east coast of Siberia had high mean values of vertebral count and were significantly different from the other areas in Japan Sea.

5. On the Alaska pollack found in Japan Sea as mentioned above may have several populations as following each area: the west coast of Hokkaido, the northern and the western coast of Honshu and the south-east coast of Siberia including the east coast of Korea. They are considered to be like to intermix with one another partially.

I. 緒 言

日本海におけるスケトウダラは、底魚を対象とする漁業としては重要な漁獲物の一つであるが、その漁獲高は年度や地域によつて大きく変動し、とくに近年においては、日本海区的全沿岸にわたつて減少の傾向に

ある。このスケトウダラは、生態的には分布範囲が広く、移動性が強く、その漁況は海洋環境の変化に支配される可能性が強いものと考えられるが、資源の動態を明らかにするためには **Population** 構造を究明することが重要になってくる。

Population 構造を解析するには、形態学的あるいは生態学的のいろいろの方法があり、これらを総合的に検討することによって一層明らかになる場合が多いが、ここでは形態学的特性、とくに脊椎骨数の変異について調査した結果をとりまとめたので報告するものである。本論にさきだち、本研究を行うに当り、種々協力を得た兵庫、福井、新潟、秋田、青森の各県水試担当者並びに北水研高木健治技官、内水研高橋善弥技官に感謝の意を表する。また、本研究に有益御批判を賜わり御校閲をいただいた日本研資源部長加藤源治技官ならびに同所大内技官及び、資料のとりまとめに御協力をいただいた同所の佐藤田夫氏に深謝の意を表する。

I. 材 料

日本海区沿岸の標本は、1953年度以降における以東底魚資源調査の一環として、青森、秋田、新潟、福井、兵庫の諸県に対する委託調査によって得られたものを主とし、その他必要に応じて任意に採集したものを合んでいる。沿海州南部及び中部の標本は、1957年に行われた底曳網漁場開発調査の際に新潟県船団から抽出したものである。同年の北洋の標本は、当時の高橋調査官からの恵送を受けたもので、北洋サケマス流網漁業調査の際に混獲魚種として得られたものである。大和堆の標本は、1959年新潟県銀山丸が表層刺網で漁獲したものである。

また、脊椎骨数に関する北海道周辺及び太平洋側の資料は、北水研('52, '53, '54)及び東北水研('52, '54)の調査報告によるほか、北海道、東北、日本海の三水研によるスケトウダラ共同研究資料として、北水研が1957年に釧路及び室蘭において採集した標本を含んでいる。

II. 方 法

北水研の報告のなかには脊椎骨数を計測する場合 **Urostyle** を含めた資料もあったが、ここでは **Urostyle** は含めないものとして取り扱った。

年令の区分については、産卵期が一般に1～3月を中心としているため、ある調査年度において、その年の初めに発生した群を1才群、前年に発生したものを2才群、以下同様の方法で区ぎった。4才群以上は年令別による変異が非常に少ないため、これらを一括して成魚群として取り扱った。

脊椎骨数の変異を比較する場合、パートレットの方法による分散の一樣性の検定及び **t-test** による平均値間の差の有意性検定を行った。検定に際しては、それぞれの地域における発生環境が年によって大きな変動を示すかもしれないし、成長に伴って移動力が強くなり、他の地域との間に交流することもあると考えられるので、必ずしも同一年度、同一発生年級群についてのみならず、異なる年度、異なる発生年級群についても比較を行った。

吞住の場合は山陰沖のかなり広範囲の漁場から採集されているため、極限された漁場としては示し得ないが、その他の標本は水揚地の沖合を中心に主漁場があるので、特殊な海域を除いては地域名で表示した。

地域によっては測定が行われなかった年があり、また若令群は年によって出現しない場合も多く、組織的に十分な標本抽出ができなかった。また、標本採取回数も個体数も少ない場合があり、その年度を完全に代表できるかどうか、あるいは調査結果から欠測年度についても同様の傾向をもつと推論してよいかどうかは疑問であるが、それらの地域については今後の調査によって確認しなければならない。

IV. 結 果

1951年以降の日本周辺における各地域におけるスケトウダラの脊椎骨数に関する資料を第1表に示した。

脊椎骨数の頻度分布について分散の一樣性を検討した結果、北海道西岸及び沿海州海域を含めた日本海側では一樣性が認められ、分散値は非常に低い。これに対して、太平洋側のものでは若令群の一部を除き分散値は極めて大きく、日本海側に比較すると明らかに有意の差が認められる。

第 1 表 スケトウダラの地域別年令（体長）別脊椎骨数計測結果

年度	地 域	体長範囲 又は年令	個体数	平均値	モード	標準 偏差	年度	地 域	体長範囲 又は年令	個体数	平均値	モード	標準 偏差
1950	岩 内	成 魚	193	49.23	45	0.62		敦 賀	1 才	49	49.33	49	0.72
	熊 石	"	700	49.23	49	0.68		船 川	2 才	32	48.97	49	0.54
1952	小 樽	1 才	54	49.31	49	0.58		敦 賀	"	63	49.29	49	0.77
	鰺 沢	2 才	28	49.00	49	0.61	1958	敦 賀	"	475	49.22	49	0.69
	新 潟	"	856	48.86	49	0.73		船 川	3 才	23	48.96	49	0.77
	香 住	"	15	49.33	49	0.49		新 潟	"	20	48.90	49	0.64
1953	新 潟	3 才	479	48.87	49	0.72		新 潟	成 魚	476	48.99	49	0.68
	香 住	"	21	49.52	49	0.68		敦 賀	"	476	49.36	49	0.67
	熊 石	成 魚	744	49.25	49	0.69		香 住	"	540	49.39	49	0.72
	新 潟	"	35	49.14	49	0.81		大 和	"	38	49.18	49	0.80
	香 住	"	557	49.33	49	0.70		稚 内	成 魚	191	48.77	49	0.74
								網 走	"	200	49.48	49	0.82
	船 川	3 才	272	48.92	49	0.62		釧 路	"	97	49.52	49	0.83
1954	新 潟	"	1101	48.90	49	0.69	1950	室 蘭	"	185	49.91	50	1.00
	船 川	成 魚	380	49.06	49	0.73		襟 裳	"	234	49.93	50	1.12
	新 潟	"	697	49.12	49	0.70		苫 小 牧	"	230	49.65	49	0.98
	金 石	"	488	49.18	49	0.68		八 戸	"	166	49.52	49	0.84
	敦 賀	"	72	49.35	49	0.75		宮 古	"	193	49.80	50	1.12
	香 住	"	241	49.32	49	0.71		金 華 山	"	118	50.04	50	0.99
1955	船 川	2 才	28	48.86	49	0.60		噴 火 湾	1 才	767	50.25	50	0.74
	"	成 魚	115	48.95	49	0.71		八 戸	<33cm	10	49.10	49	0.74
	"	"	58	48.93	49	0.67		宮 古	"	53	49.51	49	1.03
1956	新 潟	"	366	49.35	49	0.84		金 華 山	"	74	49.49	50	1.05
	敦 賀	"	218	49.27	49	0.75	1951	襟 裳	33~47cm	40	50.28	50	1.24
	香 住	"	738	49.31	49	0.77		八 戸	"	121	49.55	50	0.95
	船 川	2 才	316	48.86	49	0.67		宮 古	"	32	49.50	50	0.84
	香 住	"	443	49.36	49	0.66		金 華 山	"	113	49.88	50	1.02
	沿海州南部	"	61	49.82	50	0.90		襟 裳	47cm<	37	50.81	51	1.08
	沿海州中部	"	187	49.33	49	0.72		金 華 山	"	12	50.58	?	1.68
	"	3 才	126	49.49	49	0.70	1952	噴 火 湾	1 才	732	49.36	49	0.86
1957	船 川	成 魚	207	48.95	49	0.66		"	2 才	386	50.17	50	0.80
	新 潟	"	540	49.00	49	0.76		釧 路	1 才	8	49.13	49	0.64
	敦 賀	"	87	49.20	49	0.66		"	2 才	64	50.52	50~51	1.04
	香 住	"	510	49.61	49	0.77	1957	"	成 魚	30	50.60	51	1.00
	沿海州南部	"	177	49.69	50	0.77		室 蘭	"	50	49.20	49	0.90
	沿海州中部	"	113	49.67	49	0.77		北洋 ^{45°N 176°W}	"	18	50.89	51	0.68

分散の一樣である日本海側のスケトウダラについて、各地域間の脊椎骨数の平均値を t -test によって比較検討してみると、年令別、地域別、あるいは発生年級別に有意な差を示すものがみられる。第2表に1才以下の若令群について、地域別、年度別同一年度の場合は発生年級別に比較し、年の有意性について検定を行つた結果を示し、第3表は4才以上の成魚について同様の検定を行つた結果である。第4表は同一地域における若令魚と成魚との関係についての結果である。

第 2 表 スケトウダラ若令群脊椎骨数平均値の地域間における差の有意性

年度	地域	年令	'56 沿中 海州部	'56 沿中 海州部	'56 沿南 海州部	'58 香 住	'57 香 住	'53 香 住	'53 香 住	'58 香 賀	'58 敦 賀	'58 新 潟	'54 新 潟	'53 新 潟	'53 新 潟	'58 船 川	'58 船 川	'57 船 川	'55 船 川	'54 船 川	'53 鯉ヶ 沢	×	⊗	○	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗	×	⊗
----	----	----	------------------	------------------	------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

第 3 表 スケトウダラ成魚脊椎骨数平均値の地域間における差の有意性

若令群の場合

若令群の各標本間における平均値差の有意性を検討してみると、鯉ヶ沢、船川及び新潟の日本海区北区に含まれる地域ではいずれも有意性は認められない。また、敦賀及び香住の日本海区西区に含まれる地域の標本間にも有意な差は認められない。しかし、北区と西区の各標本間では、明らかに有意差のある場合が非常に多くなっている。わずかに、北区の'53年鯉ヶ沢 2 才群、'58年船川 3 才群、同じく 2 才群、及び'58年新潟

第 4 表 地域別スケトウダラの若令魚と成魚の間における脊椎骨数平均値差の有意性

船 川						新 潟							香 住						
年度		'54	'55	'56	'57	年度		'53	'54	'56	'57	'58	年度		'53	'54	'56	'57	'58
	年令	成魚	"	"	"		年令	成魚	"	"	"	"		年令	成魚	"	"	"	"
'54	3	⊗	○	○	○	'53	2	⊗	×	×	×	×	'53	2	○	○	○	○	○
'55	2	○	○	○	○	'53	3	⊗	×	×	×	×	'53	3	○	○	○	○	○
'57	2	×	○	○	○	'54	3	⊗	×	×	×	⊗	'57	2				×	○
'58	2	○	○	○	○	'58	3	○	○	×	○	○	'58	2	⊗	○	⊗	×	×
'58	3	○	○	○	○														

×：危険率5%で有意 ⊗：危険率1%で有意 ○：有意性がない

×：危険率 5%で有意 ⊗：危険率 1%で有意 ○：有意性がない

3 才群は西区各地域との間に、また、西区の '53 年香住 2 才群は北区各地域との間に 5%または 1%の危険率でも有意な差のない場合がある。しかし、このなるには標本数が少ないために、見掛け上は平均値にかなりの差があつても有意性が失われたものが多いので注意しなければならない。

北海道日本海側では小樽の一本標しかないが、これは日本海区西区と同じような傾向をもっている。また、沿海州の標本も西区と同様の高い平均値を示し、北区の各標本との間には明らかに有意差がみられる。とくに、南部沿海州の 2 才群（1955 年発生群）は異常に高い値を示している。

成魚の場合

船川では各年ともにいずれも有意性がなく、平均値は低い。敦賀、香住の西区のなかでは、'57 年の香住を除いては有意性がみられないが、船川との間には明らかに差がみられる。沿海州には、'57 年の香住とともに脊椎骨数が非常に多く、他のいずれの海域とも有意差が認められる。新潟では、年によって平均値が大きく変動し、'53、'54 年は船川群と敦賀、香住群との中間にあるが、'56 年は西区に類似の値を示し、'57、'58 の両年は船川群のグループに含まれている。しかし、'53 年は個体数が少なく、船川との間に有意性が失われている。

この他、'58 年の大和堆群は、沿海州群とは有意な差があるが、個体数の少ない関係もあり、平均値も中庸の値を示しているため、その他の海域とはいずれも有意性は認められない。

北海道西岸の熊石と岩内では西区に近い値を示すが、これらは若干平均値が低く、船川とは明らかに有意差がある。

次に同一地域における若令群と成魚群の関係をみると、船川では、若令群も成魚群もともに常に平均値は低く、わずかに、'54 年の成魚が '57 年の 2 才群（危険率 5%）及び '54 年の 3 才群（危険率 1%）と有意な差があるだけで、その他は差が認められない。香住においても '58 年の 2 才群が平均値がやや小さく、'57 年の成魚群が異常に大きいいため、一部には有意差がみられたが、その他の若令群と成魚群の間にはみるべき差がなく、全般に平均値は高い。

しかし、新潟では、若令群は船川に似て低い値を示しているが、成魚になると全般に脊椎骨数は多くなり、そのうえ年によって平均値に大きな変動がみられる。有意性についてみると、'53 年の成魚群及び '58 年の 3 才群の個体数が少なく、これが結果としては他の標本との間に差がないことになっているが、その他の若令群と成魚群の間にはほとんどすべてに差が認められる。

太平洋及びオホツク海側では資料が不十分のため地域的な比較はむずかしいが、日本海側に較べて全般に脊椎骨数は非常に多くなっている。しかし、若令群では平均値が非常に低い場合もあり、発生環境の変動や成長段階による混合などに複雑な状態を示しているようである。

北洋では、一標ではあるが平均値は非常に高く、日本海のものとは明らかに区別される。

V. 考 察

脊椎骨数の頻度分布の分散についてみると、日本海側の標本はいずれも小さく分散の一樣性が認められるが、太平洋側では分散が大きく、また、平均値も、三の例を除けば一般に高く、日本海側との間に差の有意性を示すものが多いことから、太平洋側のスケトウダマは日本海側とは明らかに異つた母集団に属するものと考えられる。オホツク海側では、稚内と網走の2標本だけであり、その平均値は前者が低く後者がやや高くなつており、これだけでは推定を下しえないので、今後さらに資料を蓄積する必要がある。

日本海側における3才以下の若令群について平均値を比較すると、北海道西岸、沿海州中部及び日本海区西区は大体同じような値を示しているのに対して、日本海区北区（船川、新潟）はいずれも平均値が低く、他の海域との間に有意差があることから、北区は独立した **Population** を構成しているものと推察される。日本海区西区、沿海州中部及び北海道西岸群については、地理的に大きくはなれてはいるけれども脊椎骨数の変異からは分離することは困難である。沿海州南部の群については平均値が非常に高く、日本海の他のいずれの地域とも有意性があるが、独立した **Population** であるか否かについては今後さらに追求する必要がある。

成魚の場合、脊椎骨数の平均値差の有意性検定結果と漁場の地域的問題からみると、秋田群、新潟群、日本海区西区群、沿海州群、及び北海道西岸群の5つに大別されるようである。秋田群は他のいずれの地域とも区別され独立した **Population** を構成しているものと推定される。中部及び南部の沿海州群は脊椎骨数の変異からは日本沿岸のものとは異なる **Population** に属するものと考えられる。香住及び敦賀は同一 **Population** として差支えない。この西区群にやや近い性質をもっているものに北海道西岸群があるが距離が離れていることから、一応別にとり扱つた方がよいと考えられる。新潟群は非常に複雑で、脊椎骨数平均値はある年には秋田群に近く、ある年には西区群や北海道西岸群に類似し、年々の変動が激しい。この事實は、新潟群として独立しているとみるよりも、ある環境条件では秋田群の分布範囲となり、また別の条件では西区あるいは北海道西岸群の分布範囲となるものとも考えることもできるであろう。このことについて、若令魚と成魚との関係から考察してみると、船川では、若令魚と成魚との間にはほとんど有意差はなく、低い平均値を示しており、香住では多くのものに有意差が認められず高い平均値をもっていて、脊椎骨数に関して同質の群が他海域から来遊することはあつても異質群の来遊は考えられないが、新潟では成魚群は若令群よりも平均値が高く、有意な差を示す場合が多いことから、成魚になつてからの異質群の来遊があるものと考えられる。脊椎骨数は成長の途中に変化するものではなく、発生後まもなく固定されることから、新潟沖合における魚群は、同海域で産卵され発生成長したものほかに、脊椎骨数のもつと多い他の海域の魚群が来遊混合し、海洋環境に支配されて来遊量が年々大きく異なり、したがつて、脊椎骨数も年によつて変動するものと推察される。

日本海中央部の大和堆群が沿海州を除く他の群との間にいずれも有意差がなく、秋田群と日本海区西区群との中間値を示していることは、今後の **Population** 構造の解析に当つて注意しなければならない。

以上の脊椎骨数の変異からみると、日本海におけるスケトウダマの **Population** として、次のものがあると考えられる。

① 日本海区北区群

日本海区北区（占森～富田湾）において産卵され、同海域で成長するもので、漁場や漁期や漁獲高からみても、その **Population** はあまり大きくなく、また大きな移動は行われていないと推察される。

② 日本海区西区群

能登半島以西の本土沿岸において産卵し発生成長するもので、北区群と同様にその **Population** は小さい。

③ 沿海州群

朝鮮沿岸から沿海州にかけて産卵発生した群で、過去の標識放流調査からみても非常に大きな移動力をもつており、**Population** としては非常に大きいものと考えられる。

④ 北海道西岸群

脊椎骨数の変異からみると、日本海区西区群に近いが、地理的に大きくはなれていて、現状においては分離して考えた方がよいと思われる。

日本海区北区群及び西区群は、これだけがその海域における漁業の主対象になるものとは考えがたい。北区群の場合では、漁獲高のとくに多い新潟沖合において、成魚になると脊椎骨数平均値が高くなることは、4才以上の産卵能力をもつ成魚になると他の海域から平均値の高い群が来遊してくるものと考えられ、西区群の場合では、産卵期における熟卵所有個体数が非常に少なく、漁場の季節的变化からしても間瀬沿岸その他の海域から来遊する群によって漁獲物の主体が占められていると推察される。

北区も西区も主漁期は産卵後の3～5月であつて、本土沿岸が時期を同じくして一様に好漁を呈していた過去の事実からみると、大陸側の沿海州や朝鮮沿岸あるいは北海道西岸から日本海の中層冷水域を通して本土沿岸に来遊し、また去っていくものと思われる。近年、本土沿岸における漁獲高が一様に急激な減少を来せているのは、漁獲や絶対資源量の減少によるものではなく、海況の変化に伴う移動・游量の減少にともなうものと理解したほうが妥当であろう。

要 約

1950年から1958年までの沿岸各地におけるスケトウダラの脊椎骨数の変異から、日本周辺における同種の **Population** 構造を検討し次のような結果を得た。

1. 太平洋側は脊椎骨数頻度分布の分散が大きく、平均値も全般に高く、日本海側とは有意な差のあるものが多いことから、明らかに区別された **Population** であると推察される。
2. 日本海側についてみると、船川及び新潟における3才以下の若令群は平均値が常に49.00以下で低く、他のいずれの海域とも有意な差がみられる。
3. 船川の成魚群は若令群と同様に低い平均値を示しているが、新潟では成魚群は年によって大きく変動する。
4. 香住と敦賀ではほとんど同じ傾向をもっており、同一 **Population** であると考えられる。北海道西岸では、これに近い平均値を示している。
5. 沿海州の成魚群は非常に高い平均値を有し、日本沿岸のいずれとも有意な差がみられる。
6. 以上のことから、日本海側には、日本海区北区群（青森県～富山湾）、日本海区西区群（能登半島～島根県）、沿海州群（朝鮮～沿海州）、北海道西岸群が **Population** として存在するものと推察される。

引 用 文 献

- 北 水 研 (1952～54). 北海道区資源調査要報. No. 3, 6, 9.
 東 北 水 研 (1952, 1954). 海洋資源年報, 底魚資源篇. 昭和26年度, 昭和27年度.
 尾 形 哲 男 (1956). 重要魚族の漁業生物学的研究—スケトウダラ. 日水研研究報告, No. 4: 93-139.

日水研年報, (5) : 127-131, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 127-131, 1959.

魚類の夜間行動に関する研究

Ⅲ. 初冬期におけるメダカ游泳層の日週期変化¹

小 川 良 徳

Observation on the Nocturnal Behaviour of Fish III. Diurnal Changes of the Swimming Layer of the Japanese Killifish in Early Winter

BY

YOSHINORI OGAWA

Abstract

1. The author observed continuously day and night the swimming layer of Japanese killifish, *Oryzias latipes* (T. et S.), in the early winter, from 15th to 19th, November, 1953.

2. The killifish indicates two diurnal changes of swimming layer, that is, they swim up at surface layer twice in the day time before down and noon, while the most of them swim near bottom layer from afternoon through night.

3. It may be consequently considered that this species has a sleeping habit at night.

4. The diurnal changes of swimming layer may be related physiologically with the intensity of illumination as one of the greatest environmental factors.

魚類の夜間行動に関する研究は、古くは藤田 (1897), WERNER (1911), BOULENGER (1911), SPENCER (1929), 木下 (1935) などの報告がみられるが、その後ほとんど発表されていなかった。しかるに、最近、内橋 (1952, 1953) は硬骨魚類の脳髓形態と生態の相関性に関する研究において夜行性魚類の脳形の特徴を明らかにし、夜行性魚類以外の魚種についても脳髓各部の発達程度の相関から夜間行動について論及している。また、井伊・井上・柘植・小川・内橋 (1952, 1953) 及び井上 (1955) などによつて多種の鹹水及び淡水産魚類の夜間行動が、伊東・渡辺・西村・笠原 (1954) によつて漁場における産卵期の大羽イワシの夜間行動が調査された。また、魚類の夜間行動と漁法の結び付きの1例として著者 (1953) は刺網の問題について考察を試みている。

著者は野生メダカの夜間行動、とくに游泳層が昼間と夜間でどのように変化するかについて観察し、2～3の知見を得たので報告する。

報告に先立ち、本研究の機会を与えられた法政大学教授柘植秀臣博士、日ごろ御指導を賜り、本稿に謝意

1. 文部省科学試験研究費補助金 (柘植秀臣) による。

関を賜った日本海産水産研究所長内橋潔博士並びに資源部長加藤源治技官、実験観察に御協力をいただいた同僚伊藤勝千代技官に感謝の意を表する。

材料及び観察方法

供試魚は野生メダカ *Oryzias latipes* の体長20~25mmのものを水田から採集し、約1週間内外室内の大型水族槽で飼育馴らし、健康な個体を選んで10尾を使用した。なお、実験の季節からして雌雄の別には特に考慮を払わず、体長の同様なものを揃えるようにした。また、実験中は全然投餌しなかつた。これは、本実験に使用した位の大きさの水槽にメダカ10尾を収容して投餌すると餌料をめぐる個体間に“なわ張り”がでるのに注意した。

実験用水槽は45cm×30cm×30cmの木製、両側面ガラス、左右及び底の内面には白ペンキを塗った。水槽の水深は20cmに一定し、これを4等分するように5cmづつに側面ガラスに線を記入し、底面からA（水深20~15cm）、B（15~10cm）、C（10~5cm）、D（5~0cm）層とした。メダカの行動に観察者の影響が及ばないよう充分注意して観察した。

1 観察の時間を30分間とし、この30分間に30秒ごとに60回、各層にいる個体数を記録した。実験は1953年11月15~19日に行った。15日の14時から16日17時まででは室内で、室内における夜間の観察は100 Wの電気スタンドを1mの位置に置いて観察した。また、18日の8時から19日の9時まででは月令11.4のため屋外に水槽を出して月明を利用しての夜間観察である。

結 果

通常メダカは水温が5℃以上の場合は常時水平及び垂直の運動を行つている（草下、1952）ので、観察結果について、各層ごとに平均値と標準偏差を求めて単位時間における値とみなした。

このようにして得られた結果を示すと第1表及び第2表の通りである。また、これらの値を図で示すと第1図及び第2図の通りである。

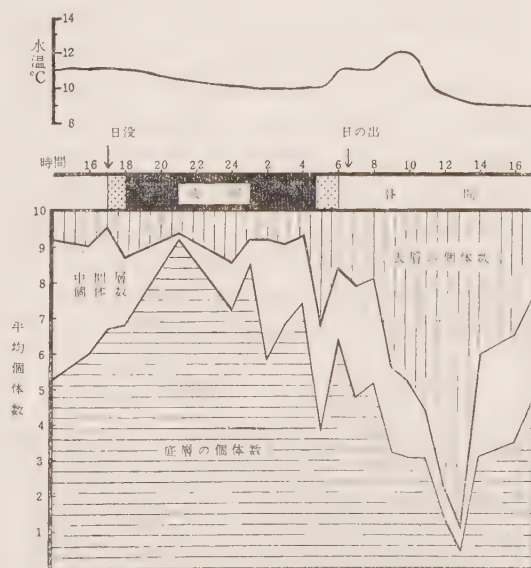
第1表 室内実験における観測値(1953)

実験実施 月 日	水 温 ℃	観察開始 時 間	単位観察時間(30分間)における各層の游泳個体数の平均値及び標準偏差			
			A	B	C	D
Nov. 15	11.2	14.45	5.30±1.69	2.78±1.80	0.87±1.02	0.80±0.81
"	11.0	16.00	6.00±1.84	1.83±1.44	1.92±1.07	0.95±0.99
"	11.0	16.47	6.76±1.37	2.30±1.10	0.62±0.80	0.32±0.82
"	11.0	18.10	6.83±2.24	1.42±1.37	0.38±0.48	1.37±1.55
"	10.5	21.40	9.37±0.86	0.42±0.82	0.05±0.22	0.08±0.28
Nov. 16	10.0	0.35	7.23±4.06	0.83±0.96	0.35±0.85	1.55±1.76
"	10.0	1.40	8.68±1.32	0.95±1.09	0.85±1.21	0.82±1.37
"	10.0	2.35	5.82±2.08	2.22±1.36	1.12±1.21	0.80±1.10
"	10.0	3.15	6.80±1.93	1.60±1.11	0.67±0.70	0.93±0.99
"	10.0	4.10	7.47±1.41	1.08±0.92	0.68±0.81	0.77±1.01
"	10.0	5.55	3.75±2.21	1.12±1.06	1.80±1.31	3.30±1.56
"	11.0	6.40	6.46±2.20	1.05±1.09	0.92±1.12	1.51±1.80
"	11.0	7.30	4.70±1.50	2.15±1.56	1.15±1.11	2.13±1.80
"	11.0	8.30	5.15±2.25	2.05±1.57	1.02±0.94	1.90±1.89
"	12.0	9.30	3.22±1.95	1.13±1.17	1.35±1.23	4.35±1.85
"	12.8	10.30	3.13±1.88	0.97±1.00	1.13±1.24	4.80±2.51
"	10.0	11.15	3.15±2.30	0.62±0.85	0.55±0.82	5.65±2.35
"	9.5	12.13	1.37±1.50	0.29±0.78	0.38±0.70	8.00±1.52
"	8.2	13.20	0.37±0.63	0.18±0.47	0.27±1.42	9.10±0.75
"	8.0	14.20	3.12±2.05	1.33±1.36	1.22±1.50	4.00±1.11
"	8.0	16.10	3.57±1.97	1.28±1.28	1.85±1.41	3.57±1.99
"	8.0	16.45	4.83±1.96	1.42±0.98	1.22±1.14	2.47±1.75

第 2 表 屋 外 実 験 に お け る 観 測 値 (1953)

実験実施 月 日	水 温 °C	観測開始 時 間	単位観測時間(30分間)における各層の游泳個体数の平均値及び標準偏差			
			A	B	C	D
Nov. 18	5.2	8.00	10.00± 0	0	0	0
"	5.8	9.50	10.00± 0	0	0	0
"	6.7	10.25	5.88±2.40	1.51±1.32	1.05±1.29	1.53±1.61
"	6.7	11.00	2.26±1.66	1.96±1.82	1.15±1.07	4.57±1.90
"	8.4	13.00	0.31±0.50	0.50±0.69	0.46±0.50	8.58±0.89
"	9.4	14.00	3.26±1.08	0.56±0.26	1.58±1.39	4.73±1.42
"	9.4	15.00	6.70±1.16	1.13±0.76	0.58±0.80	1.74±1.04
"	9.4	16.00	6.81±2.26	1.70±1.34	0.60±1.03	0.81±1.15
"	7.8	20.20	5.18±1.67	1.51±1.03	0.86±1.05	2.30±1.60
"	7.5	21.20	6.41±1.54	2.33±1.32	0.68±0.87	0.51±0.90
"	7.2	22.10	7.25±1.46	1.99±1.18	0.33±0.68	0.33±0.68
"	7.0	23.10	7.20±1.36	1.79±1.36	0.33±0.62	0.68±0.49
Nov. 19	7.1	0.10	9.00± 0	1.00± 0	0	0
"	8.0	1.00	5.43±1.61	2.35±0.95	1.35±1.42	0.75±0.73
"	8.0	2.00	6.05±1.34	1.28±0.75	0.06±1.28	1.73±1.83
"	8.5	3.00	0.81±0.81	0.15±0.57	0	9.16±0.71
"	9.0	4.00	0	0	0	10.00±0
"	8.0	5.45	1.84±2.60	1.06±1.03	2.75±1.64	4.31±2.35
"	8.5	6.30	10.00± 0	0	0	0
"	8.4	7.30	10.00± 0	0	0	0
"	8.3	8.30	10.00± 0	0	0	0
"	8.3	9.30	10.00± 0	0	0	0

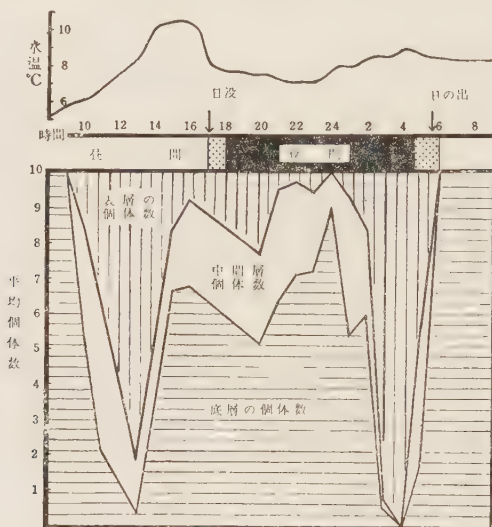
これらの結果を通覧して、一般にメダカは表層（D層）か底層（A層）のいずれかにそのほとんどの個体があり、中間層（B, C層）には極めて少ないことが認められた。したがって、表層と底層に游泳する個体数の関係は負の相関を示し、その割合は時間によつて変化することが認められる。



第 1 図 室内におけるメダカ游泳層の変化

室内観察の結果についてみると（第 1 図），14 時頃から底層に沈下する個体が逐次増加し，20 時頃を頂点

として次第に減少する。表層の個体数は14時から4時までの夜間は大きな変化はみられないが、5時に一時的に表層の個体数が増加し、底層にいる個体が減少する。日の出後は逐次表層に浮上する個体が増加し、12～13時にはほとんどの個体が表層を游泳する。13時を頂点として再び沈下するものが増加する。



第 2 図 屋外におけるメダカ游泳層の変化

屋外における観察の結果についてみると(第2図)、日の出後の6～9時には全部が底層に沈下しており、10時頃から次第に浮上し、13時にはそのほとんどが表層を游泳する。さらに13時を頂点として次第に沈下する個体が増加し、夕方から夜半にわたる16時から2時までの間は、その60～70%が底層にあり、表層に浮上しているものは極めて少数である。夜明け前の3～4時には再びほとんど全部が表層に浮上し、日の出後の6時頃からまたほとんど全部が底層に沈下する。つまり、屋外においては游泳層の時間的変化は極めて規則的に行なわれる。

第1図と第2図を比較すると游泳層の日周期変化に差異がみられる。この差異は主として夜半から朝にかけてみられることから、これは夜間における実験条件の差によるものではないかと思われる。昼間の12～13時にみられる顕著な浮上現象は両者ともほとんど同様であるが、日の出前の3～4時の浮上現象と6～9時にみられる沈下現象は屋外では顕著に現われるが、室内の観察ではほとんど認められなかった。これは室内実験で夜間一定の明るさのもとに置かれたために、例えばメダカの持つ活動の週期性ともいべきものが乱されたために生じた差異と思われる。屋外実験の場合には水槽に収容したという条件以外の人為的な影響はほとんど加えられていないので、この季節における日周期がほぼ正常に示されているのではないかと推察した。しかし、天然においても夜間は朔望によつて若干の差はあるだろう。

考 察

室内観察と屋外観察の結果の相違からみると、明るさの問題はメダカの行動にとつて重要な因子*をなしている。先に夜間電灯の光のもとに置いた場合に週期活動に乱れが生じたものと推定したが、本来メダカは昼行性魚類とみられるので昼間活動して夜間は体平衡を保持しながら静止に近い状態ですぐすものと考えられる。つまり、太陽の運行週期に従つて活動にも昼夜の差が生じているものと考えたい。森(1945)は“長い間同一の外界要因週期に適した規則正しい生活を送っていると、終には行動週期の結果として、第2義的

* 日週変化の要因としては行動の量を左右するものとして天候、気温、水温、水質、溶存酸素量及び個体間の干渉の問題等が考えられるが、本稿では論及しなかった。別の機会に報告する予定である。

な生理週期を生ずるものとする”と述べているが、メダカの行動週期も単なる明暗に対する反射運動でなく、昼間は活動し夜間は静止するという生理週期となつているものと考えられる。従つて、夜間の当然静止すべき時間に電灯の光でそれを妨害するために生活の週期に乱れを生じ、それが前述の游泳層の日週期変化のリズムに差を生じさせたものと思う。

屋外実験の場合、夜間におけるメダカの行動は非常に緩慢な游泳であり、底層においてもまったく徘徊行動はみられず、この状態にあるメダカはガラス棒を接近させても逃避反応を示さない。体に接触してはじめて極めて緩慢な反応を示すにすぎない。これは山本 (1947) が盲目にして側線器官を除去したメダカで実験した場合の逃避反応と極めて類似している。夜間におけるこの種の反応の低下は体の機能が全体的に低下しているとみてよい。メダカの場合は定座静止することはまったくないので、この状態は内橋 (1953) のいう睡眠に当るものと思う。

要 約

1. 初冬期におけるメダカの游泳層の日週期変化について観察した。
2. メダカの游泳層は明らかに日週期変化を示す。
3. 日の出前と正午近くに浮上期が、また、日の出後に沈下期がそれぞれ顕著にみられる。午後から夜間にかけて大部分のものが底層を游泳する。
4. メダカは夜間、睡眠状態を示すと考えられる。
5. 游泳層の変化には照度が大きな要因となつていように思われるが、浮上、沈下の日週期変化には生理週期となつているものと考えられる。

文 献

- BOULENGER, E. G. (1911). *Proc. Zool. Soc. London* (1).
- 藤田 経 信 (1897). 第2回水産博覧会附属水族館報告。
- 井 伊 明・ほか (1952). 日本海区水研創立三週年記念論文集。
- (1953). 日水会誌 19 (4).
- 井上喜平治 (1955). 日生態会誌, 4 (4).
- 伊 東 祐 方・ほか (1954). 日本海区水研究年報 (1).
- 木 下 好 治 (1935). 動雑 (47).
- KUSAKA, T. (1952). 日本海区水研, 創立三週年記念論文集。
- 森 主 一 (1945). 京大, 生理生態学研究業績 (39).
- 小川良徳 (1953). 水産科学 (51).
- SPENCER, W. P. (1929). *Anat. Rev.* (44).
- 内 橋 潔 (1952). 動雑 61 (2/3).
- (1953). 日本海区水研研究報告 (2).
- 山 本 時 男 (1947). 動雑 57 (1/2).
- WERNER, F. (1911). *Ueber die Schlafstellungen der Fische.*

日水研年報, (5) : 133-147, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 133-147, 1959.

日本海における 1955~1958 年間の 海流瓶調査結果について (序報)

宮田 和夫・長沼 光亮

On the Drift-Bottle Experiments made from August, 1955 to
October, 1958 in the Sea of Japan (The Primary Report)

BY

KAZUO MIYATA and KÔSUKE NAGANUMA

Abstract

We have discussed the oceanographical structures of the warm Tsushima Current based on the results of the drift-bottle experiments made in August, 1955 (the Sôyô-maru), April, 1956 (the Tenyô-maru), August to Sept., 1956, June to July, 1957 (the Sôyô-maru), Sept. to Oct., 1958 (the Shunyô-maru), and the following results were obtained.

- (1) The recovery rate of the drift-bottles on the west coasts of Hokkaido is high in Oct. and low in July.
- (2) The recovery rates, the diffusions of the recovery and the drift terms are associated with the oceanographical characteristics at the positions where the drift-bottles were released. These phenomena suggest to be caused by difference of the diffusion coefficients in the ocean current.

I. は し が き

1950年頃から日本海の高流瓶調査は盛んに行なわれるようになった。すなわち漁場調査の目的（日水研・府県水試）と大陸方面からの浮遊機雷対策を目的（海上保安庁関係）とするものである。データはその都度出されているが、まとめたものとしては数少なく、僅かに田宮（1955）、木村（1956）、井上（1957）、加藤（1959）があるにすぎない。ことに1952年6月～1955年3月投入の距岸100浬以内を主とする計2,182本をまとめた田宮の発表（1955）は要を尽している。

海流瓶による調査は、その漂流期間中における海況資料が欠けるうらみがあるが、しかし、漁場の漁場変化や漁況との関係および沿岸漁況と沖合魚群との関連性等からみると、その結果は長期間にわたる海流変化を含んでいるので、他の調査では得られない多くの問題を示唆する。

本報は、筆者等が毎年実施しつつある一連の海洋調査についての報告（下村・宮田他 1953, 1957, 下村 1958, 宮田・下村他 1959）の一環として、海流瓶による調査結果をまとめてみたものである。資料としては 1955年8月～1958年10月の間に投入、1959年10月末日までに拾得報告のあつたものであり、大陸漂着の数本

についても除外した。また、日本海の大勢把握には障害がないので筆者等の投入分のみについて取扱つた。ここでは日本海海流瓶の漂流特性の概要に触れ、また漁場変化要因を追及する第一歩として、海流瓶投入点における海況と漂着状況の関連性について2、3の考察を試みた。しかし本報はあくまで序報であり、漁場形成との関連において重大な問題の潜んでいることが判る。これらについては後日それぞれの分野について詳しく取り上げて行く予定である。

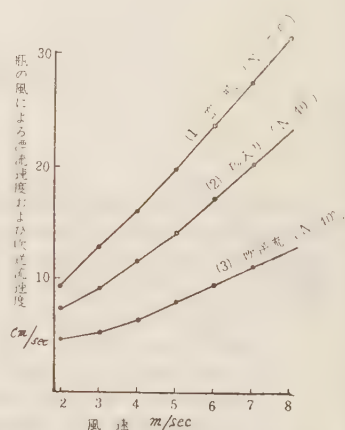
報告にさきだち、多大の御指導と御校閲をいただいた日本海区水産研究所下村敏正博士に対し、心から御礼申します。また、観測にあたり多大の御援助を頂いた、蒼鷹丸今村喜市船長、天鷹丸酒井庄太郎船長、俊鷹丸黒坂善雄船長、および困難な海上作業に終始御協力下さった乗組員の方々・永田俊一・深滝弘・町中茂の各技官、資料の整理を願つた渡辺まゆみ嬢に対し深甚の謝意を表します。

Ⅱ. 海流瓶拾得の概要

海流瓶の投入数は常に1st.に20本を基準とした。但し1955～1956年間は海流瓶のみ、1957年は海流瓶10本と塩化ビニールの海流封筒10枚、1958年は海流瓶10本とポリエチレン製の海流封筒10枚にした。何れにしても各点20本を基準である。ここに海面下に首部のみがあるように砂を入れたビール瓶(300cc容)を用いた。塩化ビニールの海流封筒は破損が多く拾得率が悪い(下村、1958)同年秋からはポリエチレン製化した(笠原、1957)、1957年に投入した塩化ビニール包装の海流葉書は、拾得率が非常に低いので、本報には用いていない。

海流瓶調査の結果において、卓越風による影響が無視できないので、本論に入るに当つて使用した海流瓶に対する風の影響をまず検討しよう。菱田・安岡(1951)は海流瓶(空瓶)について風による漂流を論じ、計算結果と現象が良く一致することを示した。同じ方法で計算すると、各調査に用いた首部のみ水面上に浮かぶ砂入りの海流瓶および海流はがき(風の影響は卓越風による吹送海流のみとする)の漂流速度と風速の関係は第1図の各曲線で示す通りである。すなわち、第1図から砂入り海流瓶の受ける風の影響は風速の約3%、海流はがきでは約1.5%である。ここで、海面に対する風の角度および漂流期間中の風向変化を考慮に入れると、卓越風の弱い季節では、上記の概算値はさらに小さくなるであろう。

第1表は本報に用いた資料と調査結果の概勢を示している(各年の投入点は第4図a～e参照)。第1表における各調査は4～10月の暖候期に行なわれているから、漂流期間中に受ける卓越風による影響は春・秋期投入の一部を除きほとんどないか、または瓶の漂流



第1図 海流瓶に及ぼす風の影響
註 (1)の線は菱田(1952)による

第1表 本報に用いた漂流瓶による調査結果

投入期間	投入点	投入数	拾得数	拾得率
1955年夏 (Ⅷ. 13～Ⅸ. 1)	40	909	321	35
1956年春 (Ⅶ. 2～Ⅵ. 10)	50	929	391	42
1956年夏 (Ⅷ. 13～Ⅺ. 12)	83	1440	481	33
1957年夏 (Ⅵ. 25～Ⅶ. 12)	53	544	126	23
1958年秋 (Ⅸ. 20～Ⅹ. 7)	53	1057 D.B. 528 D.E. 529	279 D.B. 167 D.E. 112	26 D.B. 32 D.E. 21

D.B.……瓶

D.E.……ポリエチレン封筒

方向を沖合（北方）へ向けるように働らくと考えて良い。漂流状況は海流よりもむしろ季節風に多く左右される傾向の冬期（田宮，1955）とは対蹠的である。したがって本報では以後特に記さない限り，風の影響はほとんどないものとして，また暖候期についての漂流状況ということでも論議を進めて行く。

第1表から，全般の拾得率は春（1956年）に最高（42%）で初夏・秋期が最低（25%前後），8月は中位（35%）となっているが，これは漂着の季節的特性だけとは言えず，投入点の地理的分布等にも影響される。すなわち1956年夏以外は各調査でおよそ50点内外投入しているが，その投入点の分布をみると，1957年夏および1958年秋の両年は距岸100哩以遠に多く，他の年では沿岸・沖合共ほぼ一様である。

第2表 漂流期間別拾得数

漂流期間 投入期間	1カ月 1～30日	2カ月 31～60日	3カ月 61～90日	4カ月 91～120日	5カ月 121～150日	6カ月 151～180日	7カ月 181～210日	8カ月以後 211日以上
1955. Ⅷ. 13～Ⅺ. 1	80本	54本	94本	58本	17本	7本	3本	8カ月3. 10カ月1. 28カ月1.
1956. Ⅵ. 2～Ⅵ. 10	230	85	44	15	7	5	1	8カ月1. 13カ月1. 19カ月1.
1956. Ⅷ. 13～Ⅸ. 12	42	130	199	79	5	10	2	8カ月6. 10カ月2. 16カ月2. 11カ月2. 20カ月1.
1957. Ⅵ. 25～Ⅷ. 12	2	12	16	40	28	13	5	8カ月3. 13カ月2. 9カ月4. 41カ月1.
1958. Ⅸ. 20～Ⅹ. 7	9	43	78	26	6	0	2	9カ月1. 12カ月1. 10カ月1.

太線の左側は夏漂流（10月を境にして）するもの。

第2表は各調査における拾得状況を，投入日から起算し30日（1カ月）毎に区切つて，表示したものである。第2表では漂流1カ月内の拾得が各観測で著しく相違している。これは陸岸近くに投入されたものの多少による結果であり，短期間であるから，風圧や乱流拡散による乱れ（後記）が大きい。1カ月以上のものについてみると，1956年4月投入のものは2カ月目にもつとも多く，以後漸次減少している。また1955年8～9月，1956年8～9月投入のものは3カ月目に，1957年6～7月投入のものでは4カ月目にもつとも多く拾得されている。8～9月（1955・1956）に投入のものと6～7月（1957）投入のものとの最多拾得期間は前者が1カ月早い，すなわち対馬暖流の強い8～9月の方が漂着日数が小さい。6～7月投入のものも，8～9月投入のものも共に，10月以降北西の季節風によつて沿岸へ漂着する機会が多くなることを示している。換言すれば秋からは漂流に季節風の影響が大きく作用するようになる。

各観測における拾得状況を津軽海峡西口の竜飛埼を境として南北に分けてみると（右表），1956年春・1957年夏では北側に多く漂着し，逆に1955年夏・1956年夏・1958年夏は南側に漂着が多くなっている。

今北側における漂着を北海道西岸（含オホーツク海）群と，津軽海峡流入群とに分け，それぞれについて検討してみよう。

第3表は月別・漂着域別に整理した北海道西岸の漂着状況である。第3表より，各調査における全拾得本数に対する北海道西岸の拾得率は，1957年夏に最高値を示し，1958年秋が最低となっている。

まず各年の特徴を月別の総拾得本数についてみると，1955年でもつとも多いのは11月の29本で，北海道西岸拾得の39%を占める。1956年春投入のものは4～5月に80%が拾得され，以後漸減している。1956年夏投入のものは8月に拾得なく10月より激増し，10～11月中の拾得は83%を占める。1957年夏投入のものでは8月に奥尻島で，9月には後志支庁管内以南でそれぞれわづかの拾得がみられるが，10月に入り激増し44%を占める。1958年秋投入のものは11月に急増し，北海道西岸拾得の67%を占める。

投入	竜飛埼以南	竜飛埼以北
1955年夏	56%	44%
1956年春	40	60
1956年夏	52	48
1957年夏	27	73
1958年秋	82	18

次に拾得地域別の特徴を見ると、1955～1957年の投入のものは、北方の留萌支庁管内が主となり、宗谷海峡を通過のものも含めると、北海道西岸における拾得の50%以上を占める。これは同地域が対馬暖流最先端域にあることを示している。一方時期的に遅く9月下旬～10月上旬にかけて投入した1958年秋のものは、南の檜山支庁管内で50%以上を占めていることは、暖流が10月以後急速に弱勢になっていることを示すものである。

例年拾得のもつとも少ないのは、石狩支庁管内（石狩湾）である。これは、石狩湾内の流動と対馬暖流間に障壁となる汐境があるか、または暖流主流が石狩湾の沖台遠く走っているためと思われる。

第 3 表 北海道西岸に漂着したものの月別地域別拾得数
() 内の数字は奥尻島漂着を示す。

1955年夏 (Ⅷ. 13～Ⅸ. 1投入)

漂着地域 漂着月	計	白神岬～檜山	後 志	石 狩	留 萌	留萌国以北 宗谷海峡通 過も含む	全拾得に対す る北海道西岸 での拾得率
8 月	15	11(3)	1	—	—	—	23%
9 月	4	2(1)	1	—	—	—	
10 月	17	5	4	1	5	2	
11 月	29	3	4	—	20	2	
12 月	6	1	1	—	3	1	
年 外	3	1 (1956年5月)	—	—	—	1 (1956年1月) 1 (1956年4月)	
計	74	23(4)	11	1	28	7	

1956年春 (Ⅳ. 2～Ⅳ. 10投入)

4 月	62	20(1)	2	—	38	1	41%
5 月	66	11	5	—	38	12	
6 月	23	3	3	—	12	5	
7 月	4	—	—	—	2	2	
8 月	1	—	—	—	—	1	
9 月	1	—	—	—	—	1	
10 月	0	—	—	—	—	—	
11 月	1	—	—	—	—	1	
12 月	0	—	—	—	—	—	
年 外	2	—	—	—	1 (1957年4月) 1 (1957年5月)	—	
計	160	34(1)	10	0	92	23	

1956年夏 (Ⅷ. 13～Ⅸ. 12投入)

8 月	—	—	—	—	—	—	33%
9 月	18	3(1)	8	—	5	1	
10 月	13	20	9	1	23	10	
11 月	69	6(2)	9	5	35	12	
12 月	5	(2)	1	1	1	—	
年 外	4	—	—	—	1 (1957年4月) 1 (1958年3月)	2 (1957年6月)	
計	159	29(5)	27	7	66		

1957年夏 (VI. 25~VII. 12投入)

6 月	-	-	-	-	-	-	52%
7 月	-	-	-	-	-	-	
8 月	3	(3)	-	-	-	-	
9 月	5	1(3)	1	-	-	-	
10 月	31	7(1)	4	1	14	4	
11 月	19	4	2	1	5	7	
12 月	6	2(2)	1	-	-	1	
年 外	1	-	1 (1958年1月)	-	-	-	
計	65	14(9)	9	2	19	12	

1958年秋 (IX. 20~X. 7投入)

9 月	-	-	-	-	-	-	12%
10 月	2	2	-	-	-	-	
11 月	22	8(2)	3	2	6	1	
12 月	6	4	1	-	1	-	
年 外	3	1 (1959年2月) 1 (1959年3月)	-	-	1 (1959年3月)	-	
計	33	16(2)	4	2	8	1	

次に津軽海峡に流入した海流瓶の地域別拾得数を見ると (第4表), 北海道側に拾得の多いのは, 1956年春投入のもので, 本州側に多いのは1955年夏・1956年夏・1958年秋である。両側の拾得の多少は, 暖流の消長による影響と考えられる。すなわち, 春投入したものは北海道側に多く, 夏投入したものは本州側に多い。また1956年春投入のものは恵山岬~襟裳岬 (噴火湾) 間に漂着するものが多く, これは春期投入の特徴のようである。

第 4 表 津軽海峡に流入して漂着したものの地域別拾得数

漂着地域 投入期	北 海 道 側				本 州 側			
	白神岬~ 恵山岬	恵山岬~ 襟裳岬	襟裳岬~ 根室納沙 布岬	北海道側 集 計	木 州 側 集 計	竜飛崎~ 尻 飛 崎	尻 飛 崎~ 青森, 岩 手県境	青森, 岩 手県境以 南
1955年夏 (VIII.13~XI. 1)	20	6	0	26	42	28	10	4
1956年春 (IV. 2~IV.10)	17	24	0	41	35	14	5	16
1956年夏 (VIII.13~IX.12)	15	10	2	27	45	33	7	5
1957年夏 (VI.25~VII.12)	9	5	0	14	13	5	8	0
1958年秋 (IX.20~X. 7)	2 {D.B. 2 D.E. 0}	0	0	2	15	15 {D.B. 7 D.E. 8}	0	0

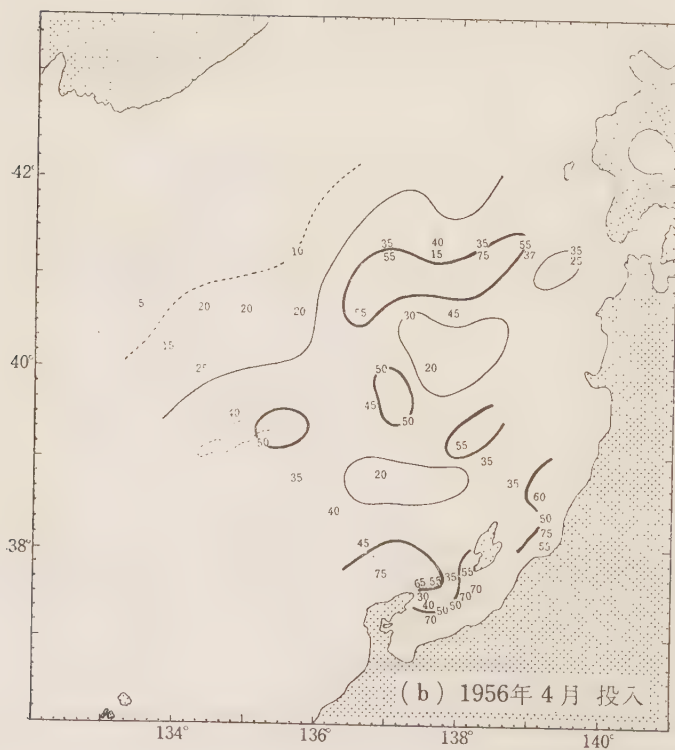
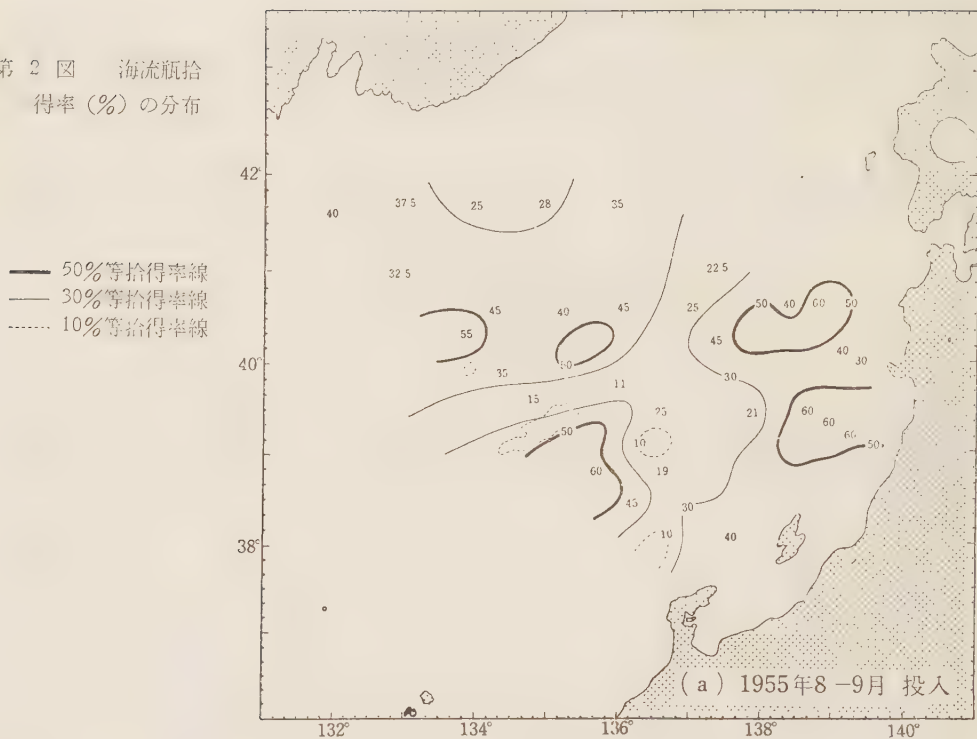
D.B. 瓶

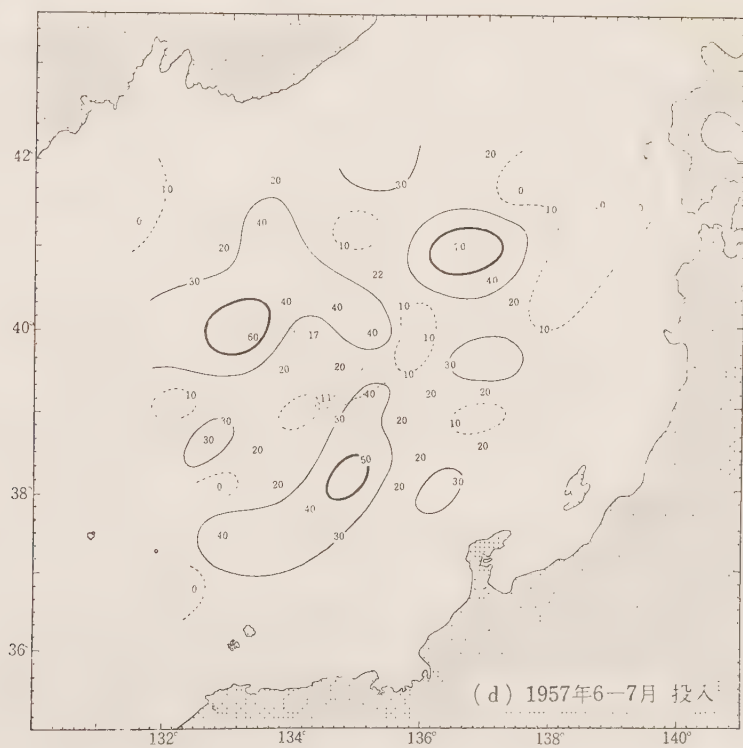
D.E. ポリエチレン封筒.

Ⅲ. 投入点の海況と拾得状況

次に, 各投入点別にみた拾得率の変化・漂着地の分散等について述べよう。簡単にするため, 第1表の各調査を1956年に実施したものを除き, 他はすべて年号のみで記述する。

第 2 図 海流瓶拾得率 (%) の分布







1. 拾 得 率

第2図a—eに、年別に投入点毎の拾得率及び等拾得率線を示した。これらの図において、本土沿岸から離れるに従がい拾得率は低くなる傾向があるが、極前線以北の沖合海域においても、拾得率の高い処があり、投入点によって相当な差異が見られる。比較的沿岸近くの入投入点を除いて、各年共通の特徴は、大和堆を中心、その南側で高く、北側で低いことである。

季節的にみると、春季は大和堆北西海域で拾得率の低下がみられる（1959の例も同じ）が、大和堆～日本本土間の海域では40%前後で平均している。夏季投入の特徴は、

- (1) 大和堆以北海域の拾得率が春よりも高くなること（>40%）。
 - (2) 日本側沿岸近くの比較的高率な海域と寒流系水域との中間海域（大和堆近辺）に20%以下の低拾得率帯がみられ、これは1958年初秋に特に顕著である（第2図e）。
 - (3) この低拾得率帯の南北両側では著しく高い拾得率を示すことである。
- (2)、(3)の特徴をもつ海流瓶は、主に宗谷海峡、津軽海峡に漂着している点から、拾得されない瓶は、両海峡を通過したものと思われる。そして、その海域は極前線帯の南側に位置する暖流第3分枝主流部に当たっている。

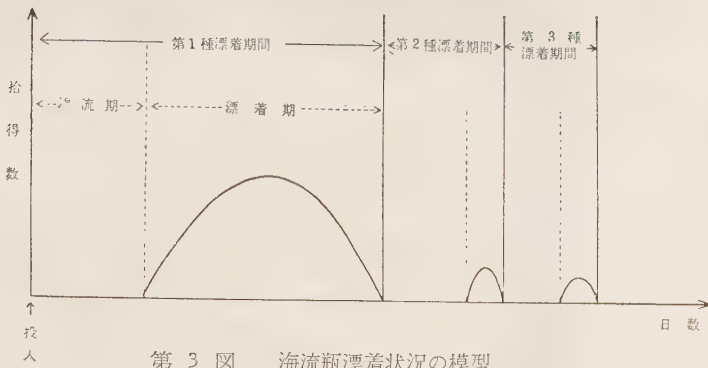
2. 第1種漂着期間

日本海における海流瓶の拾得状況は、第2表からも明らかのように、一般的に第3図のような形をとる。すなわち、

- i) 漂着期間が連続せず、漂着期と漂着皆無期とが交互すること。
- ii) 第2種漂着期間以降は拾得率が急低下すると共に、漂着期も急に短くなること。

が特徴的である。この現象は、日本海全般の水平的大循環の周期・脈動に、卓越風の季節的交替が加わった影響と考えられる。

第一種漂着期間を第3図に示すように、漂流期と漂着期とに分けたのであるが、ここに漂流期とは当該



第3図 海流瓶漂着状況の模型

st. の投入日から最初に陸上に漂着した日までの期間、すなわちその st. から陸岸漂着までの漂流期間である。漂着期とは当該 st. 投入の瓶の最初の漂着日から一応の完了日、すなわちその st. の瓶の最終漂着日までの期間であり、この期間内に漂着場所は何処であれ、漂着が次から次へと見られたことを意味する。このような分け方をとつたのは、投入点によつて距岸距離が大巾に異なるので、その効果を消去し、現実には陸岸に漂着する期間を各 st. 同じレベルにおいて比較せんとする目的のためである。

第4図 a—e は、各投入点別に“第一種漂着期”の“漂着期”を区分けしたものである。これらの図から、“第一種漂着期”の“漂着期”について次の事柄が看取される。

- i) 一般に寒流水域に投入されたものは漂流日数が長く、第一種期間中少しずつ拾得されて、特別の山を作らない。沿岸部では集中的に拾得されて、著しい山を作る。
- ii) 大和堆附近の前線帯に投入されたもの、及び距岸大体50哩以内の沿岸海域投入のものは“漂着期”が短い。
- iii) 暖流水域内の渦流域部に投入されたものは著しく長期にわたる。

ここで特に注意すべき事は、大和堆附近の前線海域に投入した海流瓶が、集中的に非常に早い漂流速度をもっている事である。すなわち一般に漂流速度は 0.2kt 程度であるが、例えば、1955 年夏 st. 17 (第4図 a の◎印) に投入の海流瓶の最高速度は約 0.6kt で、平均速度においては 0.4kt 以上となる。

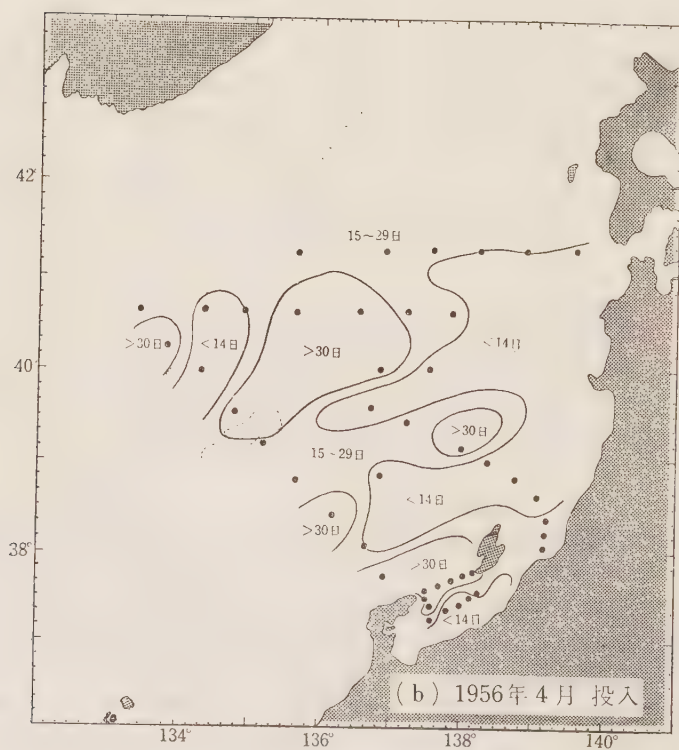
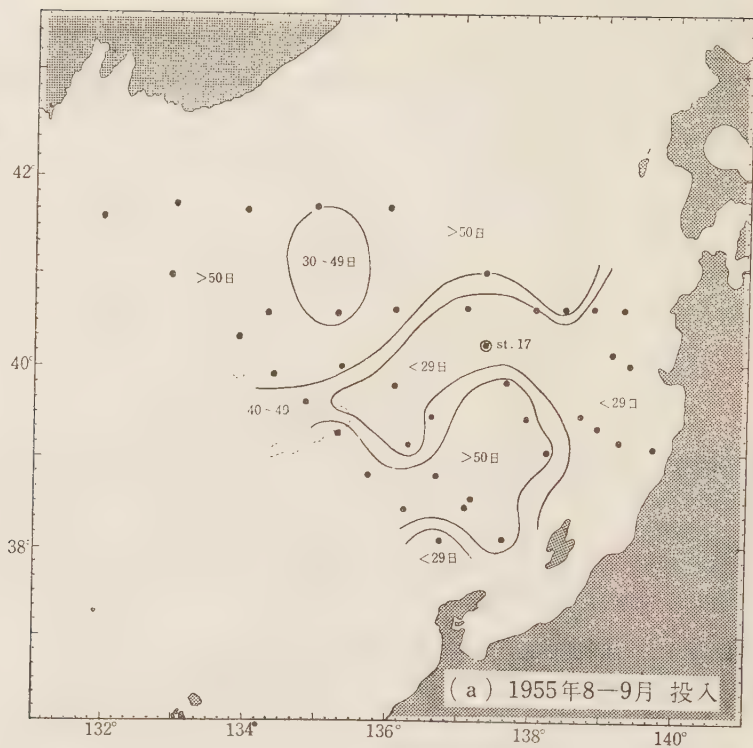
各年を通じての特徴では、1956 年春・夏の示す特異性が、第一種漂着期においても指摘される。すなわち、他の年に比較して 1956 年では、大和堆以北の海域において、短い漂着期の海域が著しく拡大して、北上暖流の北方への拡がりが大いであることを示している。

3. 漂着地の拡散

第5図 a—e は、各投入点と漂着地の南限(実線)・北限(破線)とを結んだものである。ここに南・北限の漂着地が、投入点からみて陸地で遮蔽される場合は海流々路を考慮に入れた(例えば太平洋側の漂着は津軽海峡入口で表示した)。これらの図から漂着地の方向は、各年とも全般的に北東方向であり、特に暖流水域において著しく、暖流々路と密接な関係をもっている。大和堆以北の寒流水域では、一般に南への偏向が強くなり、1955 年にもつとも顕著である。一方 1956 年春および夏では、東方乃至北方になっている。この特徴は、暖流範囲が 1956 年に著しく北方に拡張していたことに基いている。

漂着地の拡がり、すなわち第5図では矢印の実線(漂着地南限)と点線(北限)で示される角度も、各調査において、また各投入点について著しく相違している。各年の特徴をみると、寒流水域において 1955 年のもつとも広くなっているが、他の年、特に 1956 年春夏は狭くなっている。対馬暖流水域(略大和堆から日本側における海域)では、一般に拡散の角度が狭く、ほとんど合致している処も多い。しかし、角度が非常に大きくなって、北限・南限が非常に拡がったものも多い。前者の拡散角度が 0 度に近い st. は、前項 1・2 に示される特徴と同じく極前線近傍の北上強流帯に位置していたことを、また角度の著しく広い st. は同様に渦流域部に位置していたことを示している。そして、この渦流域投入のものは寒流水域投入の

第 4 図 第一種漂着
期間（日数）の分布



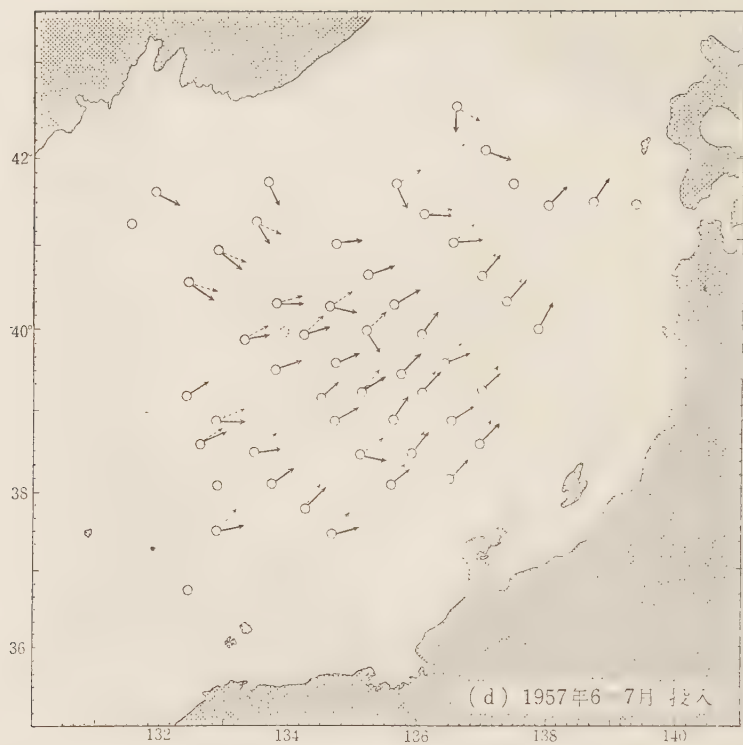




第 5 図 漂着地域の分散

←--- 北限の方向
 ← 南限の方向
 矢印のない点は
 拾得皆無を示す





ものに較らべ一般に広い角度をもっている。

以上の結果は水系別に次のように要約できる。

投入海域の特性	拾得率	第1種漂着終期	投入点からみた漂着地の分散
寒流系水域	比較的高い	遅い	直角または鋭角
暖流第3分枝主流	低い	早い	0度に近い
暖流系水域内の渦流域	もつとも高い	遅い	直角に近い鋭角または鈍角

VI. む す び

投入点よりみた漂着地の分散は各 st. で海流瓶が 20 本ずつまとめて投入されているから、風の影響ではなく、投入点附近の乱流場における拡散力を最初に受け散らばつたものと考えられる。そして、或る程度散らばると、乱流の拡散による影響が一定となるのであるが、その時には各海流瓶の受ける風圧の差、あるいは大渦流等の影響の差が大きくなる。しかし、投入点からの距離が大きくなるので、投入点を基準にとれば、その影響は小さいとみて良い。すなわち、海流瓶の拾得率や漂着状況は投入初期における海流状態をもつとも顕著に示すと云える。

このような考え方のもとに本稿では投入点から見た種々の事象について述べたのであるが、此等の事柄は多くの問題の端緒を含んでいる。すなわち、(1)1956年の日本海々況の特異性とその機構、(2)樽前線部の海洋構造、(3)乱子拡散係数・渦粘性係数・乱子の大きさ等（井上，1952）の海域による差異 等が示唆される。

引 用 文 献

- 菱田 耕造・安岡 武男 (1951). 漂流瓶による若狭湾の冬季海流. 海洋時報 (舞鶴海洋気象台), (18).
 井上 栄一 (1952). 地表風の構造. 農技研研報, A (3).
 井上喜代四 (1957). 津軽海峡西口における漂流瓶投入結果について (第1報). 日本海洋学会誌, 14 (2).
 笠原 昭 吾 (1957). 表層流調査に用いられる海流瓶と海流封筒の効果比較について. 日水研年報, (3).
 加藤 泰 (1959). 冷水域の変動と海流瓶の漂着について. 第15回日本海々況調査技術連絡会講演.
 木村喜之助・他 (1956). 津軽海峡周辺のサンマに就いて. 東北水研研報, (7).
 宮田 和 夫・下村 敏 正 (1959). 春季における北部日本海の諸冷水域の変動について. 日本研研報, (7).
 下村 敏 正・宮田 和 夫 (1953). 佐渡沖冷水域の海洋学的性状—I. 日本水産学会誌, 19 (4).
 下村 敏 正・宮田 和 夫 (1957). 日本海の海況及び水系—1955年夏を中心として—. 日水研研報, (6).
 下村 敏 正 (1958). 筏“日本海”による漂流調査報告. 日本海新漁場開発調査会.
 田宮 美 弥 (1955). 海流瓶による日本海々の海流調査. 水路要報, 増刊号 (17).

日本研年報, (5): 149-156, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5): 149-156, 1959.

冷蔵および冷凍中における魚肉の変化

佃 信夫・野口栄三郎

Changes in the Protein of Fish Muscle during Cold and Frozen Storages

BY

NOBUO TSUKUDA AND EIZABURO NOGUCHI

Abstract

The percentage amount of the protein nitrogen soluble in 5% NaCl solution and that of actomyosin decrease rapidly during the cold storage by the putrefaction of the fish meat. The patterns of the denaturation of the protein of Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) and bream (*Chrysophrys major*) during the cold storage are almost similar to each other.

The pattern of the denaturation during the frozen storage, however, is heavily influenced by temperature and widely different according to species of fishes. The influence of temperature during the frozen storage upon the denaturation of the protein is strong for the meat of Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*), while it is weak for the croaker (*Argyrosomus argentatus*) meat.

The contents of water, total nitrogen, fat, soluble protein and actomyosin in the meat of several species of fishes have been measured, with the conclusion obtained that the difference in the denaturation pattern of the protein during the frozen storage by fish species seemingly depends rather upon the qualitative difference of the protein between fish species than upon the difference in the oil contents of meat.

緒 言

冷蔵、冷凍貯蔵中における肉蛋白変性の主体は、魚肉を構成する蛋白質の中、ミオシン系のせんい状蛋白質の変性であるといわれ (DYER, 1951), (SHIMIZU Y. 1958), 特に冷凍魚における食用価値の低下や塩乾品、練製品の品質に及ぼす影響等が大きく、低温度におけるこのような蛋白変性の問題は、原料学的に見ても極めて重要な問題である。

最近加工業界では原料魚の不足が著るしく、特に練製品業界では原料魚の新規開拓が当面の重要研究課題となり、タラ類、カレイ類、アジ、サバ、イカ等の利用が注目されている。

一般に練製品原料としてスケトウダラの弾力形成能(足)は鮮度に影響される所が大きく、足落きが早いといわれ、又冷凍貯蔵により速やかに足を失うとの事であるが、グチは冷蔵、冷凍による肉質の悪化が少なく、練製品原料としては最重要魚の1つに数えられている。三宅(1956)は、魚種毎のアクトミオシン含量

をしらべ、足の強い魚種ではその含量も多いと述べ、志水 (1958) は、死直後における赤身、白身の魚種間にはアクトミオシン生成量に大差がなく、貯蔵中に変化するものであると述べている。

冷蔵、冷凍中におけるアクトミオシン系蛋白の魚種による差異や蛋白質の溶解性が貯蔵中の温度や期間に影響される事は明らかであるが、その影響が魚種により著しい相違をなす原因も蛋白質の質と密接な関係を有するものと思われる。

著者等は貯蔵中足の落ち難い魚種としてグチ、タイを、足の落ち易い魚種としてスケトウダラを用いて冷蔵、冷凍中における溶解性蛋白、ミオシン系蛋白の含量を測定し、ミオシン系蛋白は鮮度低下の場合には魚種による相違が比較的少ないが、凍結の場合は著しい相違がある事を認めたので、これらの原因について若干の考察を行った。

本実験を遂行するに当って御協力を頂いた日本冷蔵新潟支社、実験の一部を担当した安尻恭子さんに深謝する。

材 料 と 方 法

試 料

供試魚は漁獲後 15 時間内外を経過したもので、死後硬直末期又は解硬直後と思われる鮮度を有するもので、魚種としてはスケトウダラ (*Theragra chalcogramma*) (平均体重 700g)、シログチ (*Argyrosomus argentatus*) (平均体重 300g)、マダイ (*Chrysophrys major*) (平均体重 300g) の 3 種を供した。上記の供試魚は各魚種毎にはほぼ同じ大きさを有するもの数尾を採取し、無頭、無内臓とし、水分の蒸発を防ぐ為ポリエチレンの袋に一尾づつ入れて 0~5°C で冷蔵した。又凍結の場合も同様に処理し、-10°C (± 2°C) と -20°C (± 2°C) の庫内に放置した。

サンプリングに際しては所定の日程に一尾づつ取り出し、背側筋を切り取り血合肉や皮下脂肪層、太いせいの質等の混入を可及的に防いだ。

実験方法

Dyer, Snow (1950) の方法に準じたが、一部分は変更した。

(1) 蛋白抽出液の調製

精肉をメスで細切し、その 5g を採取して 0°C の抽出液 (5% 食塩液に 0.02M の炭酸水素ナトリウムを含むせしめ塩酸で pH を 7.2~7.6 に調製した) 100 ml を加えてホモゲナイズした。

ホモゲナイザーは日本精機製の 100cc 用コップを使用し、外部を氷冷しつつハーフスピードで 1 分、フルスピードで 20~30 秒 (無負荷時 20,000 R.P.M. の能力を有する) ホモゲナイズしたのであるが、この場合 SHIMIZU Y. (1958) は、蛋白の表面変性をさけるため倍量の蒸留水で最初ホモゲナイズし、その後食塩溶液を加えて攪拌しているが、両方法を比較した結果可溶性蛋白量、アクトミオシン区窒素量共に差を認めなかったので初めから抽出液を加える事とした。

乳濁液は 0°C で 1~2 時間放置後遠心 (3,500 R.P.M., 15~20 分) し、上清 10ml を採取して可溶性全窒素量の測定に供した。

(2) アクトミオシン区窒素、非蛋白態窒素、可溶性蛋白態窒素

DYER, SNOW (1950) 法の通りに蛋白抽出液の 10 倍稀釈法を採用し、非蛋白態窒素は三塩化醋酸による除蛋白液から測定した。可溶性蛋白態窒素は 5% 食塩水可溶窒素量から非蛋白態窒素量を引いたものである。

(3) 3% 食塩可溶窒素量、水溶性窒素量

3% 食塩可溶区は 3% 食塩溶液 (pH 5.40) で、水溶性窒素区は蒸留水を使用して上記同様の方法で実施した。以上何れも窒素の定量は Kjeldahl 法によつたが、スケトウダラについては Kjeldahl 法と Biuret 反応による比色法が割合一致するので、松本、金光 (1955) の方法に準じて比色定量を行い、Kjeldahl 法を時々行つて補正した。

(4) pH、揮発性塩基窒素量

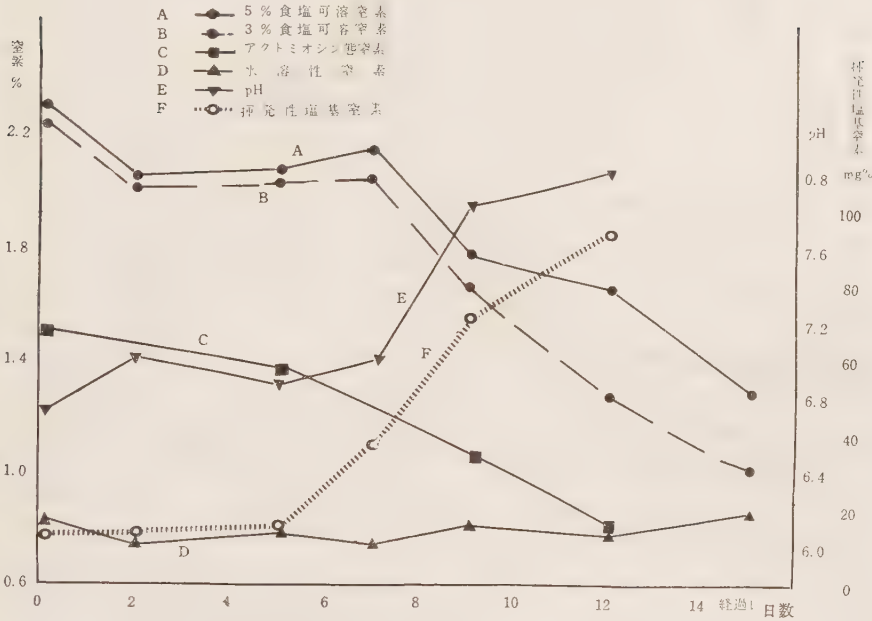
pH はバックマン G 型 pH メーターにより、揮発性塩基窒素はコンウェイの微量拡散法により定量した。

実験結果

冷蔵中の変化

(1) スケトウダラ

スケトウダラの冷蔵中における鮮度と各蛋白質区分の変化を第1図に示す。



第1図 冷蔵中のスケトウダラ筋肉の変化 (0~6°C)

pH, 揮発性塩基窒素共に5日目迄は大きな変化は認められないが、それ以後は急に増加して腐敗の進行が著しい事を示している。8日目以降の魚体は食用不能の状態であつた。全窒素量に対する塩可溶窒素量は最初85.8~93.6%で、5%食塩水可溶窒素量(5%区)は3%食塩水可溶窒素量(3%区)よりやや高いが、ほぼ同様の傾向で変化し、腐敗開始時迄の減少はわずかであるが、腐敗が著るしくなった8日目以降の減少は著るしく、特に3%区では顕著である。アクトミオシン区窒素量(A・M区)は全窒素に対し初め57%存在するが、5日後には50.2%となり、腐敗が開始されるとより著るしく減少する。これに反して水溶性区窒素量(水溶区)は腐敗と共に徐々に増加する。

(2) マダイ

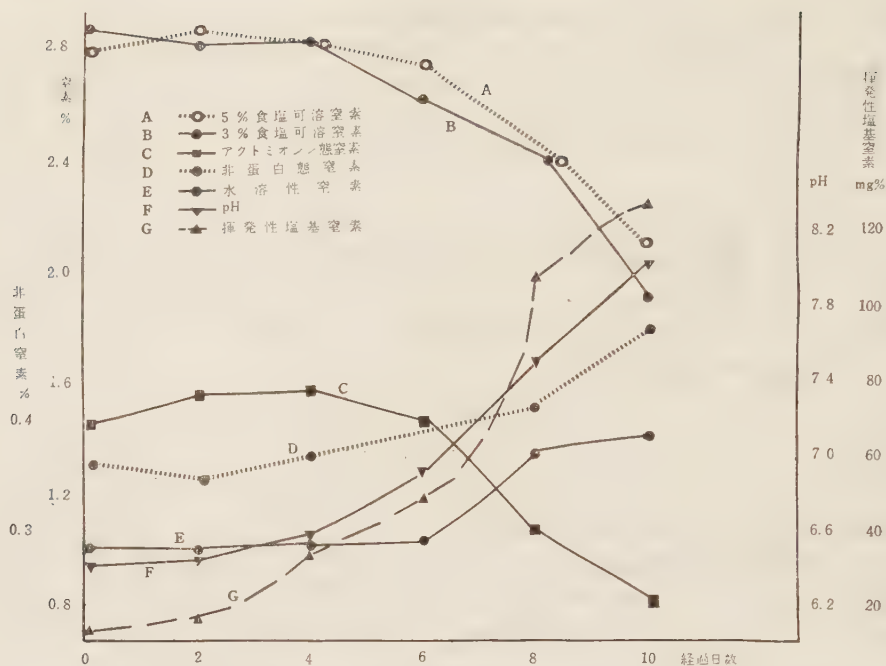
変化の傾向はスケトウダラの場合と同様である。実験の結果を第2図に示す。

異なる点は5%区、3%区の間ほとんど差のない事と、水溶区の腐敗による増加が著るしい点である。5%区、3%区の絶対量が多いが全窒素量中に占める割合はスケトウダラよりむしろ低く、80.2~83%である。A・M区の量もスケトウダラよりやや高いが、全窒素量に対する比は2日後の試料では45.6%と低い。唯腐敗開始期迄に増加の傾向が見られているが、この点についてはサンプリング時の魚体が同一魚体でなく、また同一魚種内における5%食塩可溶窒素量の個体差も相当認められるので(IRON SIDE AND LOVE, 1958) この実験の範囲内では何とも云えない。

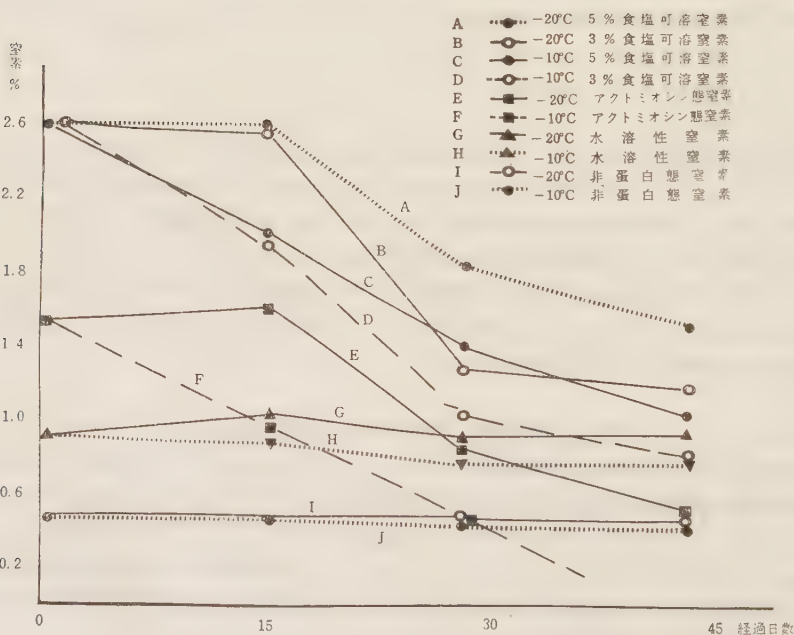
冷凍中の変化

(1) スケトウダラ

-20°Cと-10°Cで凍結貯蔵したスケトウダラ筋肉の凍結貯蔵中の各種窒素量の変化を第3図に示す。



第 2 図 冷蔵中のタイ筋肉の変化 (0~5°C)



第 3 図 凍結貯蔵中のスケトウダラ筋肉の変化

一般分析の結果は全窒素 2682mg, 水分 92.0%で全窒素量に対する各種窒素量の割合を示すと第 1 表の通りである。

第 1 表 凍結貯蔵中のスケトウダラ筋肉の全窒素に対する各種窒素の割合

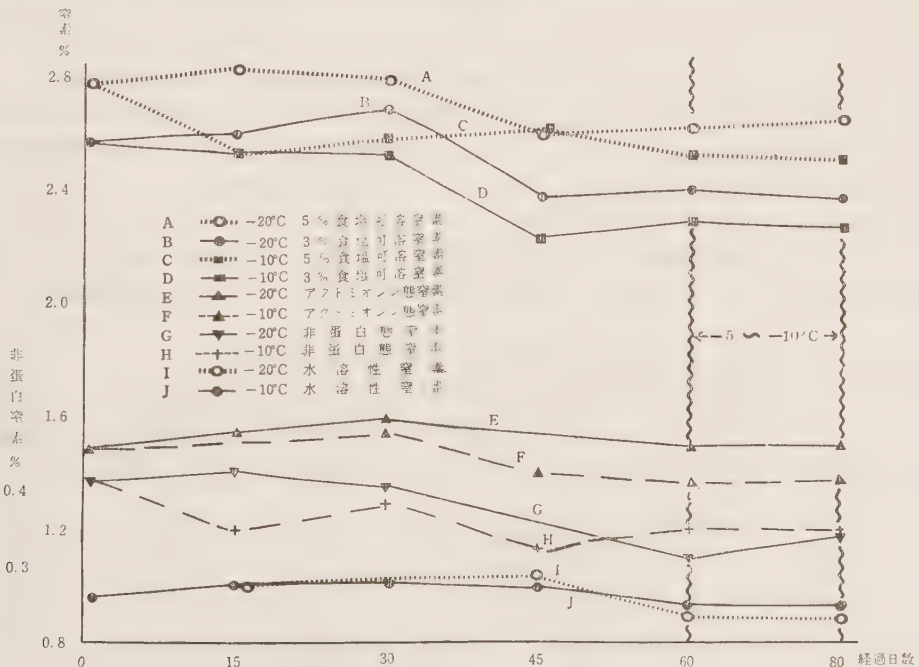
経過日数		0	15	28	45
-20°C	5% NaCl 可溶性窒素	96.3 [%]	96.5 [%]	68.9 [%]	57.0 [%]
	3% NaCl 〃	96.7	96.1	47.4	43.5
	水溶性窒素	34.0	37.6	33.0	34.0
	アクトミオシン	57.2	60.2	30.6	18.2
	非蛋白態窒素	17.6	16.8	16.5	15.7
	可溶性蛋白態窒素	79.3	8.04	52.2	41.8
-10°C	5% NaCl 可溶性窒素	96.3	74.9	52.5	39.0
	3% NaCl 〃	96.7	71.8	37.7	30.7
	水溶性窒素	34.0	32.3	28.7	29.3
	アクトミオシン	57.2	35.8	16.4	0
	非蛋白態窒素	17.6	16.8	16.8	16.8
	可溶性蛋白態窒素	19.3	58.5	36.2	22.8

第 3 図及び第 1 表の結果から、-20°C で凍結貯蔵する際は 15 日後では肉質の変化はほとんどないが、それ以後の変化は早く、A・M 区は 28 日後には $\frac{1}{2}$ に、43 日後には最初の約 $\frac{1}{2}$ となる。-10°C では 5% 区、3% 区、A・M 区共に直線的に減少し、A・M 区は 43 日後には既に消失していた。非蛋白態窒素と水溶性窒素は凍結によりほとんど変化しない様である。5% 区と 3% 区の差は 15 日迄は大きな差はないがそれ以後 3% 区は急激に減少する。

スケトウダラ肉の場合、凍結温度の影響は -20°C と -10°C では大きな差があるが、いずれにしてもその有効貯蔵期間は非常に短いものである事は明らかである。

(2) シログチ

グチについて同様に行つた結果を第 4 図および第 2 表に示す。



第 4 図 凍結貯蔵中のグチ筋肉の変化

第 2 表 凍結貯蔵中のグチ筋肉の全窒素に対する各種窒素の割合

経過日数		0	10	30	45	60	80
-10°C	5% NaCl 可溶窒素	89.2 [%]	80.8 [%]	82.3 [%]	83.0 [%]	80.1 [%]	79.9 [%]
	3% NaCl "	82.5	70.9	81.2	70.9	73.1	72.1
	水溶性窒素	30.3	31.6	32.2	32.5	29.4	30.1
	アクトミオシン	47.3	43.3	49.6	44.4	43.3	43.5
	非蛋白態窒素	13.3	11.0	12.5	—	11.2	10.8
-20°C	5% NaCl 可溶窒素	89.2	90.7	89.1	82.4	84.2	85.3
	3% NaCl "	82.5	83.0	85.7	75.5	76.8	75.7
	水溶性窒素	30.3	31.8	32.2	31.0	28.2	28.1
	アクトミオシン	47.3	49.2	50.0	—	47.3	46.5
	非蛋白態窒素	13.3	13.7	12.8	—	10.4	10.7

グチは凍結しても練製品原料として足の落ち難い魚種とされているが、実験の結果も明らかにその有効性を示している。すなわち80日間の凍結により、しかも最後の20日間は-5°C~-10°Cに放置したにもかかわらず、5%区、3%区、A・M区共に変化が少なく、-10°Cと-20°C両試験区における温度差も顕著な影響を与えず、-20°C貯蔵区がわずかに勝り、抽出塩濃度の差も5%区が3%区より多少良い程度であつて、この事はグチ肉蛋白が凍結貯蔵中変化し難い事を示すものである。

すなわち冷蔵の場合には魚種の差による各区分窒素量の変動は小さかつたのであるが、凍結魚では魚種の差が与える影響は極めて著しい。

考 察

魚肉を貯蔵した場合には冷蔵にしる凍結にしる肉蛋白は色々と好ましくない影響を受ける。この原因について主として練製品に対する原料学的立場から研究を行い、足の強い魚種としてグチやタイを、足の弱い魚種としてスケトウダラを対照として実験を行つたのであるが、冷蔵中の肉質の変化は鮮度と密接な関係があり、腐敗が明らかに認められる頃 (pH7.0以上、揮発性塩基窒素量40mg以上) から塩可溶成分、アクトミオシンの減少が著しい。この現象は足が落ち難いと云われるマダイの場合も同様であつて、鮮度低下による蒲鉾形成能の低下を唯単にアクトミオシン量の減少にのみきするのは疑問である。第3表は解凍直後と思われる市販の鮮魚数種について一般分析と5%区ならびにA・M区の量的関係をしらべたものであるが、第3表の結果から、赤身の魚と白身の魚の5%区、A・M区を比較しても全窒素量に対するその割合は大差なく、スケトウダラはグチよりも勝り、A・M区の絶対量はグチやタイよりも足の弱い魚であるサバやサンマの方が多いことを示している。また宇野・中村 (1958) はスケトウダラとナガヅカの蒲鉾形成能に関する研

第 3 表 数種魚肉の一般分析結果と各種窒素量

魚 種	乾物 %	水分 %	粗脂肪 %	全窒素 (mg)	5% NaCl 可溶窒素 (全窒素に對する%)	アクトミオシン 態窒素 (全窒素に對する%)
スケトウダラ	18.0	82.0	0.32	2624	87.7	58.3
"	16.8	83.2	0.24	2510	94.4	57.0
シログチ	22.5	77.5	0.38	3413	82.0	43.5
マダイ	22.9	77.1	0.30	3447	82.2	42.5
サンマ	26.8	73.2	1.30	4018	91.5	45.4
サバ	25.7	74.3	1.02	3965	87.1	41.5
ニギス	20.4	79.6	0.50	3033	87.2	49.7

究を行い、両魚種の間には冷蔵中の塩可溶成分、アクトミオシンの量的差はほとんど見られないにもかかわらず、蒲鉾形成能はスケトウダラのみ急激に減少する事を明らかにしている。すなわちこれらの事実から、三宅 (1956) の述べるように、練製品の足をアクトミオシン (ミオシン) の量のみで解釈する事は不可能で、構成蛋白質の質的差による面が多いものと考えられる。

次に食塩による蛋白の抽出能は新鮮魚では $0.4M \sim 0.6M$ で最高となり鮮度低下によつてその量がより塩分の高い方に移行する (SHIMIZU Y. 1958) と云われるが、実験においても図表に示した様に初期腐敗に至る迄は両区の差は極めて僅少であるが、腐敗が進行すると3%食塩液の抽出能が5%食塩液よりも劣る様になる。

冷凍貯蔵による肉質変化の主体は塩可溶成分の減少、なかんづくアクトミオシンの不溶化に基づくものである事は数多くの研究者の認める所であつて、冷凍魚を原料として蒲鉾を作りその弾力を食感で試みた結果はアクトミオシンの量と関係があり、スケトウダラでは凍結温度に比例して弾力形成能を失うが、グチでは80日後も弾力を失なわなかつた。又凍結温度との関係をみるとグチでは60日間の貯蔵により $-20^{\circ}C$ 、 $-10^{\circ}C$ の両試験区共アクトミオシンの量に変化なく、更に20日間 $-5 \sim -10^{\circ}C$ で放置したにもかかわらず温度の影響は殆んど見られない。これに反してスケトウダラは $-10^{\circ}C$ では43日後に皆無となり $-20^{\circ}C$ でも初めの1/4弱しか存在しない。凍結温度は肉蛋白の貯蔵に対し特に関係深いものであり、DYER (1957) によれば、 $-18^{\circ}C$ 貯蔵のタラ肉を $-9.4^{\circ}C$ に一週間放置し、その後 $-18^{\circ}C$ にもどしても、 $-18^{\circ}C$ で終始貯蔵したもの比して肉質の硬さやアクトミオシンの量に大きな差が生ずる事を見ている。この様にタラやスケトウダラでは貯蔵温度の影響が大きいが、グチの場合には殆んど凍結の影響が見られない。

魚種による貯蔵力の差異について DYER (1951) は筋肉蛋白複合物としての磷脂質、脂肪酸、核酸複合物、炭水化物等がアクトミオシンの特性を防禦し補足しているのであろうとし、その後の研究から (DYER, 1956, 1959) 多脂魚は変性し難く遊離脂肪酸の形成速度とアクトミオシン及びパネルテストの減少度はよく比例し、磷脂質の加水分解が凍結魚の貯蔵力を左右する事を述べている。また SHIMIZU W. (1957) は、ブリについて実験を行い、ブリに比較してタラやエソ等の変性し易い原因として肉質の軟かさ等が影響するだろうと考えている。

本実験の結果では第3表に示すようにグチとスケトウダラの脂肪量はほとんど同じで存在量も僅少であり、単に脂肪量の差によるものとは思われない。もし磷脂質とするならばその組成、蛋白質の結合の差によるものであろうが、いずれにしても冷蔵中の変性にはそれ程魚種の差が見られないのに、凍結貯蔵中には魚種による大きな差異が見られることは明かで、この原因については未だ不明の点が多く、今後の研究にまたなければならない。

要 約

冷蔵中および冷凍中における魚肉の変化について研究を行い、次の様な結果を得た。

- 1) 鮮魚の可溶性窒素量、アクトミオシン量は赤身の魚類と白身の魚類間には大差なく、足の強い魚種と弱い魚種の間にも差はあまり認められなかつた。
- 2) 冷蔵 ($0 \sim 5^{\circ}C$) により塩可溶性窒素、アクトミオシン量は約5日間は余り変化がなく、腐敗の進行と共に急激にその量を減ずる。水溶性窒素量は鮮度の低下と共に増加する。また魚種による差異はあまり認められなかつた。
- 3) 凍結温度の影響はスケトウダラでは著るしく、アクトミオシンは急速に消失するが、グチでは影響が少ない。
- 4) 凍結貯蔵の限界はスケトウダラはグチの数分の1であり魚種による影響が著るしい。

文 献

- DYER, W. J., French, H. V. and SNOW, J. M. (1950). J. Fish, Res. Bd. Can., 7: 585-593.
 DYER, W. J. (1951). Food Research 16: 522-527.
 DYER, W. J. and MARGARET, L. M. (1956). J. Fish, Res. Bd. Can., 13 (1): 129-134.

- DYER, W. J., FRASER, D. I., ELLIS, D. G. and MACCALLUM, W. A. (1957). J. Fish, Res. Bd. Can., 14 (4): 627-635.
- DYER, W. J. and FRASER, D. I. (1959). J. Fish, Res. Bd. Can., 16 (1): 43-52.
- IRONSIDE, J. M. and LOVE, R. M. (1958). J. Sci. Food Agric., 9 (Sep.): 597-604.
- 松本重一郎・金光康俊 (1955). 日水会誌, 21 (4): 284-288.
- 三宅正人・林考市郎 (1956). 日水会誌, 22 (1): 48-50.
- SHIMIZU, W., SHIMIZU, U. and TERASHIMA, H. (1957). 日水会誌, 23 (11): 700-703.
- SHIMIZU, Y. and SHIMIZU, W. (1958). Memories of the College of Agric. Kyoto Univ., Special Number, 68-76.
- 志水 寛 (1958). 日水学会秋期大会 (新潟) 講演.
- 宇野 勉・中村全良 (1958). 北水研報告, 18: 45-53.

日水研年報, (5) : 157-164, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 157-164, 1959.

漁獲物の鮮度保持に関する研究

XIII. 魚肉のアクトミオシン量の変化に 及ぼす水浸漬の影響¹

山 本 常 治・野 口 栄 三 郎

Studies on the Freshness of Fish XIII. On the Transformation of Actomyosin of the Fish Muscle Immersed in Water

BY

JOJI YAMAMOTO AND EIZABURO NOGUCHI

Abstract

In this report, the writers have described the transformation of actomyosin in the fish body immersed in water and discussed concerning primary factor or factors responsible for the process.

1) In the case of immersion in sea water and 3.3% salt solution, even when the freshness of the fish is fairly good, the salt soluble nitrogen and actomyosin nitrogen decrease rapidly, with denaturation of the fish muscle protein proceeding.

2) From the facts that the salt soluble nitrogen and actomyosin nitrogen decrease also when the fish muscle is immersed in sea water and 3.3% salt solution antiseptically, and that any influence of temperature is hardly observed upon the process, the primary factor responsible for the transformation of actomyosin is considered to be the denaturation of fish muscle protein by these salts.

I. 緒 言

魚類を水浸漬した場合、水分や塩分は徐々に体内に滲透し、魚体は硬化し、魚肉は水っぽくなり、或は粘着性をますますになる（著者等, 1958a）、またこれらが腐敗する場合には、揮発性塩基窒素の生成はほとんどなくなるが揮発性酸が多く生成し、特に魚肉を海水或は稀薄食塩水に浸漬した場合にはこの傾向が著しい（著者等, 1958b）。

本報では更にこれらの水浸漬した場合の魚肉蛋白質の変化を追跡した結果、海水に浸漬した場合には魚肉中のアクトミオシン量は急激に減少し、魚肉蛋白の変性が進むことを察知した。またこの原因は魚肉中に滲透した塩類に起因することが判明したので、その結果を報告する。なお本実験を実施するに当り御助力いただいた柴田玲子さんに深謝の意を表する。

1 日本水産学会中部支部例会で発表（新潟 昭34.11）。

I. 実験方法

1. 供試魚種

サバ (*Scomber japonicus* 平均体長 22cm), アヂ (*Trachurus japonicus* 平均体長 15cm) 等は新潟県沖合で施網で漁獲され硬直状態を呈し、死後 10 時間前後のものと推定され、またスケトウダラ (*Theragra chalcogramma* 平均体長 27cm), ヒレゴロ (*Glyptocephalus stelleri* 平均体長 20cm) 等は佐渡海峡で底曳網に漁獲され硬直から軟化の段階を示し死後 20 時間前後と推定されるものを使用した。

2. pH, 揮発性塩基窒素, 揮発性酸, トリメチールアミン窒素の測定

前報 (著者等, 1958a) に準じて実施した。

3. 魚肉蛋白抽出液の調整

各々の精肉 10g に 0°C の抽出液 (5% NaCl 溶液に 0.02M NaHCO₃ を含有させ pH 7.2~7.5 にしたもの) 200ml を加え、Blender にて 1 分間ホモゲナイズした後、冷蔵庫 (0~5°C) に 5 時間放置後 3,000 r.p.m にて 15 分遠心分離して上澄液を使用した。

4. 全窒素

魚肉 2.0g をとり Kjeldahl 法により測定した。

5. 塩溶性窒素

上澄液 5ml をとり Kjeldahl 法にて求めた。

6. アクトミオシン窒素

上澄液 10ml に 0°C の蒸留水 90ml を加え、1 晩 5°C 以下の冷蔵庫に放置後、3,000r.p.m にて 15 分間遠心分離し、更にアクトミオシンの沈澱を冷蒸留水で 1 回洗滌遠心分離し、これらの沈澱を 0.1N の NaOH 数 ml に溶解せしめ、アクトミオシン窒素を Kjeldahl 法により測定した。

II. 実験結果

実験—I 水浸漬中におけるアクトミオシンの変化

サバを 0°C の室内に放置した場合、放置後 2 日では鮮度は良好であるが 4 日では内臓部がやや悪くなり、7 日後には内臓がくづれて肉質は微腐敗臭を呈し、10 日では魚体全面にネトが生じ腐敗臭が強くなってくる。揮発性塩基窒素や揮発性酸の生成量も放置後 10 日目にはあきらかに腐敗の段階に進んでいるが、第 1 表に示すように魚肉中の塩溶性窒素及びアクトミオシン窒素は殆んど変化せず減少傾向はあまりみられない。

また蒸留水に浸漬した場合には浸漬後 2 日では鮮度は良好であるが 4 日には肉質が水っぽくなり内臓部もくづれ、7 日では微腐敗臭を呈し、10 日では腐敗臭がかなり強い。しかし揮発性塩基窒素の生成量は浸漬

第 1 表 水浸漬中におけるアクトミオシンの変化

0°C サバ

処理 方法	測定項目	放置日数						
			0	2	4	7	10	13
室内放置	揮発性塩基窒素 mg%		20.7	21.1	19.0	19.5	31.9	—
	揮発性酸 mg%		10.4	11.4	15.0	15.2	33.6	—
	全窒素 mg%		3880	3654	3625	3680	3670	—
	塩溶性窒素 mg%		3710	3556	3430	3416	3440	—
	アクトミオシン窒素 mg%		2006	1863	1733	1774	1780	—
	アクトミオシン窒素/全窒素 × 100		54.70	50.98	47.80	48.20	48.50	—
	肉眼観察		—	眼球透明 魚体、肉 質、内臓 良好	眼球透明 魚体、肉 質良好、 内臓やや 悪し	眼球白濁 内臓崩れ 微臭	全体にネ ト腐敗臭	—

第1表 続き

蒸溜水漬	揮発性塩基窒素 mg%	—	18.3	18.8	19.0	17.9	17.9
	揮 発 性 酸 mg%	—	9.6	11.4	10.5	15.5	84.6
	全 窒 素 mg%	—	3590	3254	3353	3045	3255
	塩 溶 性 窒 素 mg%	—	3357	3315	3189	2470	2705
	アクトミオシン窒素 mg%	—	1826	1721	1672	1294	1445
	アクトミオシン窒素全窒素 × 100	—	50.86	52.80	49.86	42.49	44.39
	肉 眼 観 察	—	眼球や白濁肉質良好	眼球や白濁肉質よく内臓崩れる, 臭なし	眼球や白濁, 微臭	眼球白濁腐敗臭	〃
海水浸漬	揮発性塩基窒素 mg%	—	21.0	19.0	18.9	16.6	17.4
	揮 発 性 酸 mg%	—	7.8	12.0	12.0	19.5	103.8
	全 窒 素 mg%	—	3696	3760	3766	3303	3120
	塩 溶 性 窒 素 mg%	—	3437	3170	3136	1462	1235
	アクトミオシン窒素 %mg	—	1738	1621	1630	364	244
	アクトミオシン窒素全窒素 × 100	—	47.02	43.04	43.26	11.02	7.82
	肉 眼 観 察	—	眼球白濁魚体, 肉質, 内臓良好	眼球白濁内臓やぐづれる肉質透明	眼球白濁表皮にネト微臭	〃	〃

13日後も非常に少なかった。なお全窒素は第1表に示すように浸漬直後から徐々に減少傾向を示すが、塩溶性窒素、アクトミオシン窒素は10日頃から減少を示している。

しかるに海水に浸漬した場合にはその鮮度状態は蒸溜水漬に比べて大差がないが、塩溶性窒素及びアクトミオシン窒素は浸漬後4日目頃から減少を示し10日後には急激な減少を示している。

第2表はスケトウダラを同様な条件で浸漬した結果であるが、室内放置では腐敗がかなり進行したと思われる段階でも、サバと同様に塩溶性窒素やアクトミオシン窒素は殆んど減少しない。蒸溜水漬では11日目頃から徐々に減少する傾向がうかがわれるが、一方海水浸漬の場合にはあきらかに6日目頃から塩溶性窒素及びアクトミオシン窒素が急激に減少している。

第2表 水浸漬中におけるアクトミオシンの変化

0°C スケトウダラ

処理方法 \ 測定項目		放 置 日 数					
		0	3	6	9	11	13
室内放置	pH	7.08	7.12	7.12	7.33	7.33	8.18
	揮発性塩基窒素 mg%	10.3	15.4	10.2	28.0	47.3	95.6
	全 窒 素 mg%	2618	2506	2540	2520	2428	2468
	塩 溶 性 窒 素 mg%	2473	2257	2263	2103	2099	2158
	アクトミオシン窒素 mg%	1514	1424	1408	1405	1196	1209
	アクトミオシン窒素全窒素 × 100	57.83	56.82	55.43	55.75	49.25	48.98
	肉 眼 観 察	—	魚体, 肉質内臓共に良好	魚体, 肉質内臓共に良好	肉質比較的良好微臭	魚体にネト内臓崩れる腐敗臭	〃

第2表 続き

処理方法	測定項目	放置日数					
		0	3	6	9	11	13
蒸溜水漬	pH	—	6.99	7.09	7.41	7.57	7.28
	揮発性塩基窒素 mg%	—	9.8	14.0	30.5	32.9	30.3
	全 窒 素 mg%	—	2167	2180	2166	2066	1693
	塩 溶 性 窒 素 mg%	—	2075	1960	1892	1628	1181
	アクトミオシン窒素 mg%	—	1319	1275	1210	961	614
	アクトミオシン窒素 × 100	—	60.86	58.48	55.86	46.51	36.26
	全 窒 素	—					
海水浸漬	肉 眼 観 察	—	魚体、内臓、肉質共に良好	魚体、肉質、内臓共に良好	肉質水ばい軟化、微腐敗臭	魚体にネト内臓崩れる腐敗臭	—
	pH	—	6.88	7.23	7.44	7.74	—
	揮発性塩基窒素 %mg	—	9.8	27.3	46.2	65.1	—
	全 窒 素 mg%	—	2475	2252	2187	2151	—
	塩 溶 性 窒 素 mg%	—	2330	1344	1285	1058	—
	アクトミオシン窒素 mg%	—	1496	645	272	160	—
	アクトミオシン窒素 × 100	—	60.44	28.64	12.43	7.43	—
	全 窒 素	—					
	肉 眼 観 察	—	魚体、肉質、内臓共に良好	魚体、内臓、共に良好微臭	肉質透明、粘着性帯る臭、微腐敗臭	魚体にネト内臓崩れる腐敗臭	—

実験—Ⅱ 海水及び稀薄食塩水に浸漬した場合のアクトミオシンの変化

実験—Ⅰの結果、海水に浸漬した場合には鮮度がかなり良好な状態でも魚肉蛋白の不溶化が急激に進むことがわかった。そこで次にこれらの海水浸漬中における魚肉蛋白の変性が海水中の食塩の作用によるものかどうかをたしかめるために、蒸溜水、3.3%食塩水及び海水に浸漬し、これらの塩溶性窒素、アクトミオシン窒素の変化をしらべた。

第 3 表 海水及び食塩水浸漬中におけるアクトミオシンの変化

0°C アヂ

処理方法	測定項目	放置日数				
		0	3	6	9	11
蒸溜水漬	pH	6.18	6.22	6.22	6.48	6.69
	揮発性塩基窒素 mg%	13.7	11.2	13.7	22.8	22.8
	全 窒 素 mg%	3345	2729	2701	2373	2244
	塩 溶 性 窒 素 mg%	2495	2321	2068	2080	2040
	アクトミオシン窒素 mg%	1512	1309	1288	1293	1275
	アクトミオシン窒素 × 100	45.20	47.96	47.68	54.48	56.81
	全 窒 素	—				
	肉 眼 観 察	—	眼球白濁、魚体ややあせる肉質水ばい内臓良好	眼球白濁、魚体あせる肉質微臭、内臓良好	魚体、臭あり、肉質や臭あり、内臓崩れる	魚体、ネト臭、肉質腐敗臭

第3表 続き

3.3% 食塩浸漬	pH	—	6.32	6.30	6.41	6.39
	揮発性塩基窒素 mg%	—	14.4	21.7	22.8	26.3
	全 窒 素 mg%	—	3233	2950	2581	2515
	塩 溶 性 窒 素 mg%	—	2213	1448	939	725
	アクトミオシン窒素 mg%	—	832	265	60	—
	アクトミオシン窒素素 × 100	—	25.73	8.98	2.32	—
	肉 眼 観 察	—	眼球やや白濁、魚体、肉質、内臓共に良好	眼球白濁、魚体良好、肉質微臭あり、肉質粘性崩れる	魚体やや臭く、内臓肉質腐敗臭	魚体ネト臭、肉質腐敗臭
海水浸漬	pH	—	6.15	6.19	6.50	6.69
	揮発性塩基窒素 mg%	—	11.9	23.5	27.0	33.6
	全 窒 素 mg%	—	3187	3007	3053	2834
	塩 溶 性 窒 素 mg%	—	2209	1307	1319	1049
	アクトミオシン窒素 mg%	—	890	314	280	116
	アクトミオシン窒素素 × 100	—	27.92	10.44	9.17	4.09
	肉 眼 観 察	—	眼球白濁、魚体、肉質、内臓良好、肉質粘性有す	眼球白濁、魚体臭あり、肉質微臭あり、肉質粘性崩れる	魚体臭あり、内臓肉質腐敗臭	魚体ネト臭、肉質腐敗臭

試料は新鮮なアヂを用いたが第3表に示すように、蒸留水に浸漬した場合には浸漬11日後でも塩溶性窒素及びアクトミオシン窒素は殆んど減少しない。3.3%食塩水及び海水に浸漬した場合には塩溶性窒素は浸漬3日後では殆んど変化しないが、アクトミオシン窒素は最初の1/2程度に減少し、11日後には塩溶性窒素は当初の約1/2、アクトミオシン窒素は1/10以下にまで減少している。なおこれらの減少速度は3.3%食塩水及び海水浸漬共に著しい差異はみられないが、3.3%食塩水浸漬の方が僅かに早く進行すると思われる。

実験一Ⅲ 魚肉を防腐した場合のアクトミオシンの変化

第4表はサバ精肉をクロロホルム、トルオール、チモール（1：1：1）で防腐し、海水に浸漬し、それ

第4表 海水浸漬中における防腐肉のアクトミオシンの変化

0℃ サバ

処理 方法	放 置 日 数		0	3	6	9
	測定項目					
対 照 区	塩 溶 性 窒 素	mg%	3098.2	1,668.4	1,814.7	1,655.3
	アクトミオシン窒素	mg%	1,116.6	320.0	249.9	241.7
	揮 発 性 塩 基 窒 素	mg%	15.4	21.9	31.9	52.2
	トリメチールアミン窒素	mg%	0	0.1	3.3	5.6
防 腐 区	塩 溶 性 窒 素	mg%	—	1,572.9	1,729.9	1,583.4
	アクトミオシン窒素	mg%	—	240.0	163.4	185.0
	揮 発 性 塩 基 窒 素	mg%	—	16.8	20.3	22.8
	トリメチールアミン窒素	mg%	—	0	0	0.1

らのアクトミオシンの変化を示したものであるが、防腐肉も無防腐肉と同様に減少している。第5表は同様にヒレグロの精肉を防腐して水浸漬したものであるが、サバの場合と同じく海水浸漬では早くアクトミオシン窒素が減少している。第6表は同様にヒレグロ精肉を防腐し、0°C及び20°Cの海水に浸漬し、それらのアクトミオシンの変化を示したが、0°C及び20°Cによる放置温度の差異は殆んどみられなかった。

第5表 水浸漬中における防腐肉のアクトミオシンの変化

0°C ヒレグロ

処理 方法	測定項目	放 置 日 数			
		0	1	2	3
蒸溜水浸漬	塩 溶 性 窒 素 mg%	—	1644.4	1600.0	1536.5
	アクトミオシン窒素 mg%	—	721.7	472.5	363.7
海 水 浸 漬	塩 溶 性 窒 素 mg%	—	1225.9	1052.7	980.1
	アクトミオシン窒素 mg%	—	133.3	74.5	63.8

第6表 海水浸漬中における防腐肉のアクトミオシンの変化に
及ぼす放置温度の影響

ヒレグロ

放置 温度	測定項目	放 置 時 間		
		0	5	12
0°C	塩 可 溶 性 窒 素 mg%	2044.1	1245.5	1117.5
	アクトミオシン 態 窒 素 mg%	881.6	137.6	108.6
20°C	塩 可 溶 性 窒 素 mg%	—	1028.5	970.4
	アクトミオシン 態 窒 素 mg%	—	124.5	104.6

IV. 考 察

第1表及び第2表から明らかなように鮮度低下によつて魚肉中のアクトミオシン量は幾分減少する傾向にあるが、その割合は初期腐敗の段階までは松本等 (1958), 宇野等 (1958) の実験結果と同様あまり大きな変化はない。蒸溜水に魚体を浸漬放置した場合は幾分その減少の傾向が早いようであるが、水漬けによる魚体内水分の影響等を考えると全窒素に対するアクトミオシン量の割合からは殆んど空气中に放置しておいた場合と大差がない。

しかし海水中に浸漬した場合にはこのような水分や塩分の増加の影響を考慮しても明らかに初期腐敗の段階前に急速な減少を示している。しかもこの減少の状況は第3表からも明らかなように3.5%の食塩水に浸漬した場合と殆んど変りがない。

鮮度が低下した場合のアクトミオシンの抽出食塩濃度や pH 値等の影響も当然吟味されなければならないが、SHIMIZU 等 (1958) によれば新鮮魚では0.4~0.6Mで最高であるが鮮度が低下すれば、その山は幾分塩分の高い方に移行すると述べられている。魚体を海水中に浸漬した場合の筋肉中の塩分濃度は1~2%程度 (著者等 1958a) で、抽出の際には5%食塩液を試料の約20倍程度使用しているので、海水浸漬肉を抽出する際の食塩濃度の影響はそれ程著しいものとは思われないが、別に5.0%と7.5%の食塩溶液を用いて鮮度を異にしたサバについて実験した結果でも抽出の際の食塩濃度による影響は殆んど見られなかった。また抽出時の pH 値の影響も殆んど一定であると見られるので、このような海水又は稀薄食塩水に浸漬貯蔵した場合のアクトミオシンの急速な減少は、抽出方法の影響や単なる鮮度低下に基く為のものとは思われない。更に第4表よりも明らかなように防腐肉の場合においても海水浸漬の場合は無防腐肉と同様に急速にアク

トミオシンが減少している。また第5表は防腐肉を蒸留水及び海水に浸漬した場合の結果であるが、海水浸漬の方がはるかに急速にアクトミオシンの減少を示している。また第6表は防腐肉を海水中に浸漬し放置温度をかえた場合の結果であるが、温度による影響が殆んど見られず同様に極めて短時間で急速に減少しており、この場合の減少は細菌や自家消化酵素作用の影響というよりは魚肉内に浸透した食塩の影響によると考えられる。

食塩による魚肉の変性については既に DUERR 等 (1952), NIKKILA 等 (1954) 及び清水等 (1957) の報告がある。

DUERR 等 (1952) はタラ肉を飽和食塩水に浸漬し、食塩の滲透、脱素及び肉蛋白の不溶化について調べ、肉中の塩濃度が8~10%に達するとミオシン区蛋白が急激に変性し、またこのような蛋白変性に対する食塩の限界濃度(9~10%)は食塩水の濃度や浸漬時間によって変わらないと述べている。また稀薄食塩水に浸漬した場合には極く徐々にしか変性が進まず、これらの稀薄食塩水中では肉の塩濃度が蛋白変性の限界濃度に達することができないためであろうと述べている。

しかし NIKKILA 等 (1954) はニシンを用いて同様な実験を行つているが、氏等によればアクトミオシンの変性は5~25%の範囲では大体同様で、塩濃度の高い方が多少変性が早く生ずる程度であり、DUERR 等が認めたような蛋白変性に対する食塩限界濃度というものは実験した5~25%の濃度範囲では認められないと述べ、また NIKKILA 等は DUERR 等の結果と一致しなかつたのは魚種の違いということも考えられるが、DUERR 等の用いたタラ肉がニシン肉よりも遙かに柔らかかつたことも原因するところと述べている。また清水等 (1957) も10%食塩水で可溶蛋白を定量し、ブリ肉の場合には食塩添加量5~6%に変性の極大が認められると述べている。

海水或は3.3%食塩水溶液に浸漬した場合、この二つの塩分は魚肉中に徐々に浸透するが、魚肉中の食塩滲透量は3.0%より濃厚となることはなく、魚種や成長条件等にも多少の差が生ずるにしても、大凡1~2%前後と考えられるので(著者等, 1958a), DUERR 等のいう食塩の蛋白変性限界濃度より遙かにうすい食塩濃度であるが、魚肉蛋白の変性はこの実験結果より見ればかなり急速に進行するようと思われる。なお各魚種についてこれらのアクトミオシンの急激に減少する時間を比較すると、サバでは7~10日、スケトウダラでは3~6日、アズでは3日前後と推定され、魚種によりかなりの差異が見られるが、この原因が魚体の大小によるものであるか或は肉蛋白の性質によるものであるかは判らない。

V. 要 約

1. 水浸漬した魚類のアクトミオシンの変化とその要因について研究した。
2. 魚体を海水及び3.3%食塩水溶液に浸漬した場合には鮮度がかなり良好と見られる状態においても塩溶性窒素及びアクトミオシン窒素は急激に減少し、魚肉蛋白の変性が進行する。
3. 防腐肉をこれらの溶液に浸漬した場合でも塩溶性窒素やアクトミオシン窒素は減少し、また放置温度の影響は殆んど見られないことから、海水や3.3%食塩水溶液浸漬にみられる魚肉蛋白の不溶化は主として食塩による変性作用であると思われる。

VI. 文 献

- DUERR, J. D. and DYER, W. J. (1952). Proteins in Fish Muscle-IV Denaturation by Salt. J. Fish. Res. Bd. Can. (8): 325-331.
- 松本重一郎・外2名 (1953). ミオシン区蛋白の沈澱性状の時間的变化-I イカ肉ミオシン区蛋白の特異性について。日水会誌, 24 (1): 51-58.
- NIKKILA, O. E. and LINKO, R. R. (1954). Denaturation of Myosin Muscle and in Myosin Sol by Salts. Suomer Kemistilehit, B 27: 37-42.
- 清水 亘・引重 幸 (1952). 水産動物肉に関する研究XI. 凍結及び塩蔵による魚肉蛋白の変性並びにその関連性について。日水会誌, 17 (10): 301-304.
- SHIMIZU, Y. and SHINIZU, W. (1958). On the Extractability of Fish Muscle Proteins. Memoirs of the College of Agriculture, Kyoto Univ. Fisheries Series Special Number, 68-76.

- 宇野 勉・中村全良 (1958). 魚肉の特性に関する研究-I. 蒲鉾形成能について. 北水研研究年報, 18: 45-53.
- 山本常治・野口栄三郎 (1958a). 漁獲物の鮮度保持に関する研究-IX. 氷水による漁獲物の処理について. 日水研研究年報, (4): 247-256.
- ・————— (1958b). 漁獲物の鮮度保持に関する研究-X. 魚肉の腐敗に及ぼす氷浸漬の影響. 日水研研究年報, (4): 257-263.

日水研年報, (5) : 165-170., 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 165-170 , 1959.

漁獲物の鮮度保持に関する研究

XIV. 水浸漬したサバの貯蔵性について

山本 常治・野口 栄三郎

Studies on the Freshness of Fish

XIV. On the Preservativity of the Mackerel (*Scomber japonicus*)

Immersed in Water

BY

JOJI YAMAMOTO AND EIZABURO NOGUCHI

Abstract

It has htherto been generally believed that the ice-water treated fish would, when taken out of ice-water, lose its freshness more rapidly than the fish refrigerated by ice or cold air. The author, however, have obtained a result different from the above-mentioned through the present experiment, i. e., it was possible to keep the freshness of the mackerel and the sardine at an excellent state for a longer period when the fishes had been immersed in fresh or sea water of 0°-5°C for 48 hours and subsequently placed in the air under the temperatures of 0°-5°C or 20°C than when the fishes had been stored in the air of 0°-5°C for 48 hours and subsequently treated the same way as in the above experiment.

I. 緒 言

水氷で漁獲物を貯蔵する方法は、漁獲物の船内処理方法として最も簡便で、しかも効率的に低温処理がてきるために近海の施網、延縄、一本釣等に広く利用され、特にサバ、アヂ等々施網漁業で活用されている。しかるに水氷処理した場合には水揚げ当初は鮮度が良好であるが、長く放置した場合にはかえつて鮮度低下が早くなると一部にいわれている。

本報ではこれらの点をたしかめるために、水浸漬したサバ肉の貯蔵力の差異について検討を加えたところり5°Cで48時間程度の水浸漬の場合には、同温度にそのまま放置したものと比較して、その鮮度低下は決して早くなく、かえつてかなり良好な成果が得られたのでその結果を報告する。

なお本実験を実施するに当り、御助力いただいた柴田玲子さんに深謝の意を表する。

II. 実 験 方 法

1. 実験材料 新潟県沖合で施網にとれ、0~5°Cで4~7時間程度水氷されていた新鮮なサバ

(*Scomber japonicus*), アヂ (*Trachurus japonicus*) 等を使用した。マイワシ (大羽) (*Sardinops melanosticta*) は刺網で漁獲され硬直～軟化の段階にあった。

2. 分析方法 前報 (著者等 1958 b, 1959 c) に準じた。

Ⅲ. 実験結果

実験Ⅰ 水浸漬したサバ精肉の自己消化作用

我々はさきに魚類を長い期間水浸漬した場合の腐敗について研究したが (著者等, 1958 b), 実際問題として水で魚類を貯蔵或は運搬するのは漁獲から市場に水揚げされる期間に限られる場合が多く, サバ, アヂ等の施網の漁獲物は長くても 1 昼夜程度で水揚げされるので, 本実験では水浸漬の時間は 0～5℃で48時間に限定した。なお本文中で水浸漬とは特にことわらないかぎり 0～5℃で48時間浸漬したものである。

魚体を長く水浸漬した場合の結果については前報でも触れているが (著者等, 1958 b), 第 1 表は新鮮なサバを 0～5℃の蒸溜水及び海水にそれぞれ48時間浸漬した結果である。一番顕著にみられる変化は, やはり体色であり, 室温放置及び海水浸漬ではその間に殆んど差異がみられないが, 蒸溜水に浸漬した場合にはサバ特有の青緑色が非常にうすくなる。また海水浸漬した場合には眼球が白濁するのも特色であろう。分解生成物は蒸溜水浸漬の揮発性塩基窒素が少いことを除いて殆んど変化しないが, 魚肉中の水分及び塩分量は水浸漬によって多少の出入がみられる。

第 2 表では水浸漬したサバ精肉の自己消化作用を比較するため, これらの水浸漬したサバ精肉をトルオール, クロロホルム, チモール (1:1:1) で防腐し, 30℃に放置した場合の非蛋白態窒素の増加量を示した。即ち水浸漬当時の非蛋白態窒素量は各々大差がなく, また最大生成量も殆んど差異がないように思われるが, しかしそれらの増加傾向は冷

第 1 表 魚体を水浸漬した場合のサバ精肉の分析結果と肉眼観察 (放置温度 0℃, 48時間貯蔵)

測定項目		処理方法	冷 蔵	蒸 溜 水 浸 漬	海 水 浸 漬
全 窒 素	mg%		3670	3610	3690
塩 可 溶 性 窒 素	mg%		3420	3330	3390
アクトミオシン窒素	mg%		1750	1710	1620
非 蛋 白 態 窒 素	mg%		480	420	482
水	分 %		69.62	74.69	73.76
塩	分 %		0.35	0.33	0.45
pH			5.85	5.80	5.75
揮 発 性 塩 基 窒 素	mg%		22.8	11.6	20.8
揮 発 性 酸	mg%		8.2	7.5	7.8
トリメチールアミン窒素	mg%		0.0	0.0	0.1
魚 体			硬 直	硬 直	硬 直
皮 膚			青・白銀色	淡青・灰色	青・銀 色
腹 部			良 好	良 好	良 好
鰓			暗赤色	赤 色	暗 赤 色
眼 球			透 明	半透明	やや白濁
肉 質			光沢を有し透明	光沢を有し透明	光沢を有し透明 やや粘性性有り

蔵した場合に最も早く, 海水, 蒸溜水浸漬の順に増加し, 各々最大生成量に近づく。

実験Ⅱ 水浸漬したサバ及びイワシの貯蔵力の比較

第 3 表は水浸漬したサバ精肉を細切し, シヤーレに入れて 0～5℃の冷蔵庫に放置した結果を示した。

サバ精肉を好氣的に放置した場合には鮮度が低下するにしたがいサバ肉の色調は赤味魚特有の光沢のある鮮紅色が次第に光沢を失い褐色に変化するが, 海水に浸漬した場合には鮮度がかなり良好な状態においても変色し始める。揮発性塩基窒素や揮発性酸等の分解生成物は室温放置した場合には 4 日後から増加し始め海水及び蒸溜水浸漬した場合には 5 日後から増加傾向を示す。海水浸漬した場合, サバ肉の変色が早いのはしばしば観察することであるが, 食塩の存在下に於いては必ずしも鮮度低下に関係なく急速に変色するように

第 2 表 水浸漬したサバ精肉の自己消化中に於ける非蛋白窒素素の変化 (30℃放置)

漁獲直後の 処理方法		放置時間	0	21	45	70	93
		測定項目					
冷 蔵	海 水 浸 漬	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	546.7	833.6	1027.1	1235.2	1355.3
		揮 発 性 酸 mg%	536.9	658.7	838.9	1101.2	1401.5
		トリメチールアミン窒素 mg%	545.1	743.6	983.0	1196.5	1366.1

第 3 表 水浸漬したサバ精肉の腐敗 (0～5℃放置)

漁獲直後の 処理方法		放置 日 数	1	2	3	4	5	6	7
		測定項目							
冷 蔵	海 水 浸 漬	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	18.0	18.2	20.7	21.7	42.0	120.0	—
		揮 発 性 酸 mg%	6.5	7.5	13.5	17.5	37.5	113.8	—
		トリメチールアミン窒素 mg%	0.05	0.10	0.20	0.60	0.70	0.78	—
蒸溜水浸漬	海 水 浸 漬	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	17.5	18.2	18.6	19.6	19.6	52.8	99.6
		揮 発 性 酸 mg%	5.5	7.5	10.5	15.0	24.0	45.0	101.5
		トリメチールアミン窒素 mg%	0.05	0.10	0.18	0.32	0.42	0.55	0.70
海水浸漬	海 水 浸 漬	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	18.5	20.0	18.6	20.3	22.4	54.0	141.5
		揮 発 性 酸 mg%	7.0	6.5	9.5	12.5	30.0	67.9	146.3
		トリメチールアミン窒素 mg%	0.05	0.15	0.18	0.35	0.55	1.13	1.60

思われる。第 4・5 表は水浸漬したサバを魚体のまま 20℃及び 0～5℃の低温度に放置した結果を示した。0℃に放置した場合、漁獲直後より冷蔵したものでは放置後 74～86 時間で初期腐敗の段階に進むが、海水浸漬後室温に放置したものは 86 時間前後、蒸溜水浸漬のものでは 86～96 時間後に初期腐敗に達した。第 5 表の低温度に放置した場合には、いずれも 4 日頃から腹部が切れ軟化するが、肉質は腐敗臭がなく良好である。6 日後には微腐敗臭を生じ、放置後 8 日ではかなり腐敗が進み、10 日後では全面にネトが生じたが、このような肉眼観察ではこれらの漁獲直後の冷蔵や水浸漬等の差異は殆んどみられない。しかし腐敗生産物は漁獲直後より冷蔵した場合には 6 日後から増加傾向を示すが、水浸漬した場合には海水、蒸溜水共に 8～10 日後に増加するように思われる。

第 4 表 水浸漬したサバの腐敗 (20℃放置)

漁獲直後の 処理方法		放置 時 間	48	62	74	86	96
		測定項目					
冷 蔵	海 水 浸 漬	pH	5.86	5.90	5.95	6.10	6.23
		揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	14.7	18.6	23.9	32.4	48.0
		揮 発 性 酸 mg%	11.6	17.3	25.5	31.0	46.0
		トリメチールアミン窒素 mg%	0.09	0.15	1.10	3.50	3.80
蒸溜水浸漬	海 水 浸 漬	pH	5.86	5.83	5.90	5.95	6.15
		揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	13.9	15.1	16.1	23.2	39.6
		揮 発 性 酸 mg%	10.4	12.7	18.5	24.0	40.0
		トリメチールアミン窒素 mg%	0.09	0.10	0.85	2.30	3.80
海水浸漬	海 水 浸 漬	pH	5.85	5.80	5.85	5.95	6.10
		揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	14.7	14.6	17.5	28.2	44.4
		揮 発 性 酸 mg%	11.6	17.3	18.5	24.0	46.4
		トリメチールアミン窒素 mg%	0.09	0.09	0.95	3.80	3.60

第 5 表 水浸漬したサバの腐敗 (0~5℃放置)

漁獲直後の 処理方法	測 定 項 目	放 置 日 数				
		2	4	6	8	10
冷 蔵	pH	5.86	5.86	5.95	6.20	6.35
	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	20.8	21.0	26.5	33.5	65.2
	揮 発 性 酸 mg%	7.3	11.0	24.0	33.0	67.5
	トリメチルアミン窒素mg%	0.15	1.20	1.82	2.81	3.87
蒸溜水浸漬	pH	5.80	5.85	5.90	5.95	6.23
	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	18.7	19.0	21.0	25.0	32.1
	揮 発 性 酸 mg%	7.3	10.5	16.3	23.2	30.0
	トリメチルアミン窒素mg%	0.15	0.32	1.35	2.20	2.82
海 水 浸 漬	pH	5.80	5.82	5.93	5.92	6.10
	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	20.8	19.0	21.2	28.0	39.8
	揮 発 性 酸 mg%	7.3	10.7	20.0	26.0	35.4
	トリメチルアミン窒素mg%	0.15	0.32	1.27	2.09	2.95

第 6 表 水浸漬した大羽イワシの腐敗 (20℃放置)

漁獲直後の 処理方法	測 定 項 目	放 置 時 間					
		48	62	71	77	86	96
冷 蔵	pH	6.04	5.93	6.04	6.12	6.48	6.60
	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	14.7	18.6	26.5	30.9	45.5	64.0
	揮 発 性 酸 mg%	11.6	17.3	24.0	26.0	36.4	—
	トリメチルアミン窒素mg%	0.09	0.15	0.60	2.00	6.20	7.30
蒸溜水浸漬	pH	6.07	6.05	5.98	6.07	6.22	6.33
	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	13.9	16.1	18.1	24.5	33.5	39.6
	揮 発 性 酸 mg%	10.4	11.0	12.7	30.6	—	—
	トリメチルアミン窒素mg%	0.09	0.09	0.15	1.85	3.80	4.20
海 水 浸 漬	pH	5.78	6.04	6.04	6.07	6.28	6.40
	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	14.1	14.6	18.5	25.5	33.7	44.6
	揮 発 性 酸 mg%	13.0	15.1	18.5	29.1	38.1	—
	トリメチルアミン窒素mg%	0.09	0.09	0.50	1.02	3.80	4.20

第 7 表 水浸漬した大羽イワシの腐敗 (0~5℃放置)

漁獲直後の 処理方法	測 定 項 目	放 置 日 数			
		2	5	7	9
冷 蔵	pH	6.04	5.90	6.02	6.23
	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	14.7	30.7	55.0	64.8
	揮 発 性 酸 mg%	11.6	27.2	42.2	78.0
	トリメチルアミン窒素mg%	0.09	0.40	3.40	6.00
蒸溜水浸漬	pH	6.07	5.90	6.13	6.25
	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	14.1	17.5	40.0	53.6
	揮 発 性 酸 mg%	10.4	28.9	42.2	55.9
	トリメチルアミン窒素mg%	0.09	0.40	2.40	3.60
海 水 浸 漬	pH	5.78	5.82	6.10	6.25
	揮 発 性 塩 基 窒 素 mg%	14.1	21.0	38.8	48.5
	揮 発 性 酸 mg%	13.0	13.9	42.9	59.2
	トリメチルアミン窒素mg%	0.09	0.40	1.50	1.70

第6, 7表は大羽イワシをサバと同様な条件で放置した結果を示したが, サバと同様に水浸漬した場合にも漁獲直後より冷蔵した場合と比較して決して鮮度低下が早く進むことはないように思われる。

実験—Ⅲ 水洗方法による貯蔵力の差異

第8表では新鮮なサバを水道水及び3.5%食塩水でよく洗滌した場合と、そのまま放置したものを0～5℃の冷蔵庫に放置した結果を示したが、3.5%食塩水で洗滌した場合が一番良好であり、次に水道水洗滌の順であつた。第9表は小アヂを網に入れ常に水道水で洗滌した場合と、2時間毎に洗滌した場合、そのまま放置した場合の貯蔵力の差異について実験した結果であるが、冷蔵庫温度が高かったせいで初期腐敗が著明にはつきりとした差異はみられなかつたが、腐敗生産物の増加量はそのまま放置、時々洗滌、常に洗滌の順であつた。

第8表 水洗方法を異にした場合のサバの腐敗 (0～5℃放置)

処理方法	測定項目	放置日数			
		3	6	9	12
室温放置	揮発性塩基窒素 mg%	20.1	22.5	33.2	58.2
	揮発性酸 mg%	10.4	15.6	35.7	65.3
水道水洗滌	揮発性塩基窒素 mg%	18.6	20.1	23.0	36.2
	揮発性酸 mg%	9.5	14.5	18.0	34.7
3.5%食塩水洗滌	揮発性塩基窒素 mg%	18.6	19.8	20.5	31.4
	揮発性酸 mg%	9.5	16.5	16.5	36.5

第9表 水洗方法を異にした場合の小アヂの腐敗 (25℃放置)

処理方法	測定項目	放置時間				
		4	9	12	15	20
室温放置	pH	6.3	6.45	6.85	7.40	7.35
	揮発性塩基窒素 mg%	18.5	20.5	71.5	110.5	118.0
時々洗滌	pH	6.3	6.50	6.75	6.82	7.01
	揮発性塩基窒素 mg%	17.5	19.0	57.0	87.7	91.0
常に洗滌	pH	6.1	6.3	6.6	6.8	6.87
	揮発性塩基窒素 mg%	16.0	17.0	44.5	73.5	89.5

Ⅳ. 考 察

従来水氷り処理をした魚体や洗滌した魚体は水揚げ当初の鮮度は良好であるが、長く貯蔵する場合にはこのような漁獲後の処理を行う為に鮮度低下が早くなるということが云われていた。しかし上記の実験結果から見ると、予想に反して漁獲直後に水氷りして処理したり、魚体を洗滌後冷蔵することは、その後の鮮度保持に却つて良好な結果を示している。この原因は漁獲直後に水氷り処理を行うことによって魚体を直ちに冷蔵する場合よりは魚体温度の低下が急速に行われ、こと（著者等、1955b）や、魚体表面に附着している汚物の除去や細菌の除去、繁殖の阻害等が行われ、これがその後の鮮度保持に大きな影響を与えている為と思われる。勿論魚体を水氷り処理する場合には魚体内に水分等が浸入して急速に死後硬直現象が進行するが、このような死後硬直現象と腐敗との間にはあまり密接な関係も認められないようであり（著者等、1958a）、また魚体を低温で短時間水漬けた場合の影響も第1表に示すように水分の浸透は、蛋白質や可溶性蛋白質やアクトミオン窒素及び非蛋白態窒素量等にはあまり変化が認められない。

魚体を長期間水中に浸漬した場合には前報（著者等，1958b）でも述べたように，揮発性塩基窒素や揮発性酸等の分解生産物がかなり浸漬液中に溶出するので，実際にはかなり分解が進んでいても筋肉中のこれらの分解生産物の量は低い値を示し，また魚体が完全に水中に浸漬されている場合には魚体自身が嫌氣的の状態になって腐敗の様相も異り，ある場合には揮発性塩基の生成が抑制されて揮発酸のみが生成されるようなことがある．また海水使用の場合にはこのような腐敗が促進される．また特に海水中に浸漬される場合には割合に短期間にアクトミオシンが急激に減少するような結果を示す（著者等，1959c）．しかし漁獲直後に短期間低温度で浸漬することは魚肉中の水分の増加に基づく味の低下等の問題はあるとしても，漁獲直後より冷蔵する場合よりは効果的であつて，漁獲直後の短時間の水氷り浸漬は一部に懸念されるような鮮度低下を招き易いということはなく，反つて却つて良好な結果を示すものと思われる．

V. 要 約

水氷で処理された魚体は水中から取あげられると，水または空気中で冷却された場合よりは急速に腐敗が進行すると云われている．

しかし $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ の水中または海水中で48時間程度浸漬冷却したサバ及びイワシを，更に $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ 及び 20°C で室内に放置した場合には初めから $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ の室内で冷却したものよりも却つて長期間鮮度を良好の状態で保つことが出来た．

VI. 文 献

- 山本常治・野口栄三郎（1958a）．漁獲物の鮮度保持に関する研究-VII．腐敗におよぼす致死条件の影響．日水研研究年報，（4）：231-236．
———（1958b）．漁獲物の鮮度保持に関する研究-IX．水氷りによる漁獲物の処理について．日水研研究年報，（4）：247-256．
———（1959c）．漁獲物の鮮度保持に関する研究-XIV．魚肉のアクトミオシンの変化に及ぼす水浸漬の影響．本誌．

日水研年報, (5) : 171-175, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 171-175, 1959.

塩干品の鮮度保持におよぼす CTC の効果

山 添 健 一・野 口 栄 三 郎

On the Effect of CTC Treatment for Keeping Freshness of the Salted and Semi-Dried Fish Products

BY

KENICHI YAMAZOE AND EIZABURO NOGUCHI

Abstract

The antiseptic effect with CTC treatment in the course of manufacturing salted and semi-dried fishes is considerably different according to the condition of drying. In the case of sun-drying, a high degree of effectiveness of the treatment cannot be attained, in the case of drying in shade, however, a good result is obtained. As for the reason of poor result in the former case, it is supposed that the penetrated CTC in the products is destroyed by ultra-violet rays during the course of drying.

I. 緒 言

鮮魚の鮮度保持に対する CTC の効果や魚体内への浸透等については富山 (1955) その他によつて多数の研究が行われ、その効果も顕著で、既に一部魚船上で CTC 水の使用や CTC 液中への浸漬等が実際に行われている。しかし現在の段階では CTC の使用は原料魚の鮮度保持についての研究や実施程度で、水産加工品に対する効果についての研究は極めて少い。

我国では多獲魚の利用として一般に塩干品の製造が行われ、特に生干品は国民の嗜好に適している関係もあつて年々その生産量を増加し、年間製品として10万屯内外の生産を示している。しかしこれ等の生干品は薄塩物であり、その水分量も普通60%内外であるので、貯蔵力も比較的小さく鮮魚と殆んど変りがない。著者 (1954) の研究によれば生干ガレイ (水分67%) の場合には製造後気温 25°C では10時間、20°C では15時間、0~5°C では2日間内外で市場価値を失つている。またこのような生干品の製造の際に雨天等に遭遇すると製造中腐敗する危険等も多い。そこでこのような生干品に対して CTC を使用し、鮮魚と同様な鮮度保持の効果があればその利点は極めて大きいと思われるのでこの実験を行つた。この研究を実施するに当り九州大学富山教授、日本レダリー株式会社に種々御指導、御援助を得たことを感謝する。

II. 実 験 方 法

原料として比較的鮮度の良好なスルメイカを用い、CTC を含む10%食塩水中に内臓及び脚部を除去した胴肉部のみを1時間浸漬し、自然乾燥を行い、乾燥終了後はポリエチレン袋に入れ、室温 (7~8月) に放

置し、肉眼観察と同時に CTC 量 (富山, 1959), 揮発性塩基窒素量 (コンウエーの微量拡散法) を測定した。また紫外線照射の影響については 1p. p. m の CTC 水溶液 20cc を内径 8.5cm のシャーレに入れ、45cm の距離から 15W の紫外線灯 (シーダ製低オゾン殺菌灯: 波長 2537 Å) で照射し、照射時間の経過に伴う CTC 量の変化を測定した。

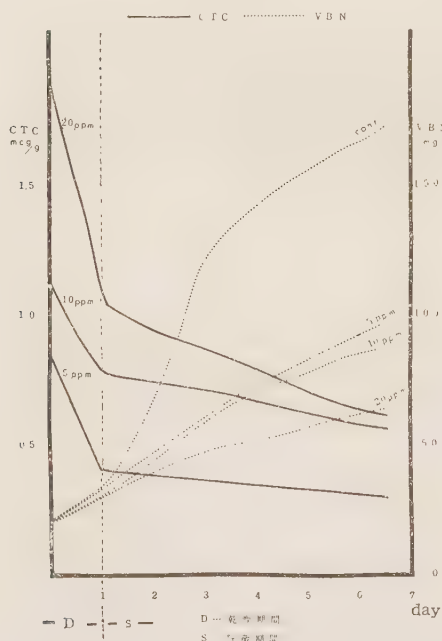
III. 結 果

(1) 室内で乾燥した場合の効果

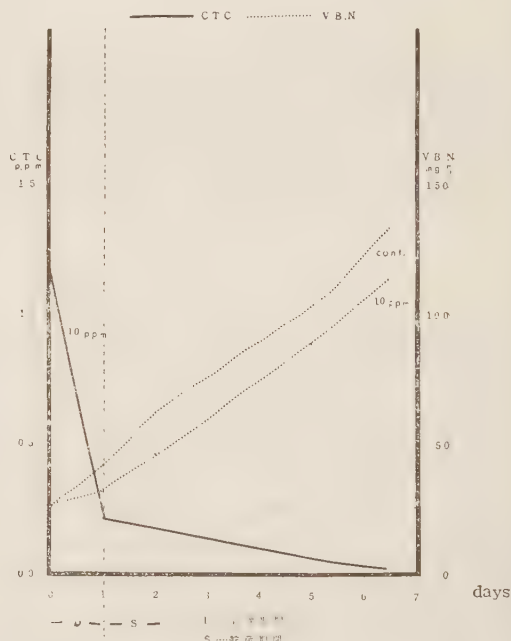
CTC を含む 10% 食塩水に 1 時間浸漬後室内で乾燥した場合の塩干イカ筋肉中の CTC 含量及び揮発性塩基窒素量の貯蔵中の変化を第 1 図に示す。この場合製品の水分量は約 24 時間の乾燥で 60% 程度であった。

この結果は図から明らかなように、塩水浸漬の際に CTC 処理を行なったものは無処理のものに比較して揮発性塩基窒素の出かたに大きな差異を示し、80mg% になる迄に約 3 倍の日数を要している。この間、筋肉中の CTC 量の変化を見ると、浸漬終了時において CTC 濃度 5p. p. m の液に浸漬したものは 0.85mcg/gr, 10p. p. m では 1.10mcg/gr, 20p. p. m では 1.90mcg/gr であったものが 24 時間の乾燥によって 5p. p. m で 0.39mcg/gr, 10p. p. m では 0.65mcg/gr, 20p. p. m では 0.90mcg/gr と約 50% 以下に減少している。その後 CTC 量は貯蔵日数の経過に伴い徐々に減少していくが、揮発性塩基窒素の増大と CTC 量との間には特に顕著な関係は見られなかったが、CTC 量の多いもの程その増加は僅少である。

また浸漬液の CTC 濃度と貯蔵力との間にも特に甚しい差は見られず、塩干イカ製造の際には 5~10p.p.m 程度で充分であるように思われる。



第 1 図 塩干イカを室内で乾燥した場合の CTC 量と揮発性塩基量の変化



第 2 図 塩干イカを直射日光下で乾燥した場合

(2) 直射日光下で乾燥した場合の効果

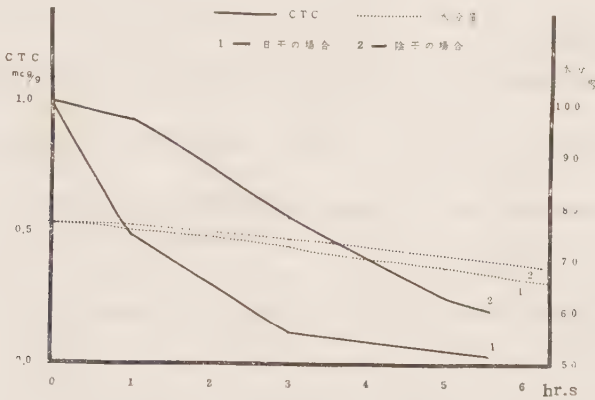
(1)と同様に処理したイカを直射日光下で乾燥した場合の結果を第 2 図に示す。

この場合には CTC 処理を行なったものと無処理のものとの間には肉眼的にも揮発性塩基窒素量から見てもその差は極めて少くほとんど差異が見られなかった。この場合の CTC 量について見ると乾燥によって急激

に減少し、CTC 濃度 10p. p. m の浸漬液に浸漬した場合浸漬終了時の筋肉中の CTC 量が 1.14mcg/gr. であったものが乾燥終了時には 0.21mcg/gr と約 20 % 以下に減少している。このように製品の貯蔵力に差異が見られなかった原因は乾燥中に CTC が急激に減少してしまったためと思われるが、このような筋肉中の CTC の急激な減少を (1) の場合とあわせて考慮すると、製造中に直射日光で照射されることによって CTC が破壊されるのではないかと推測される。また反面、このような塩干品製造に際しては相当多量の CTC を原料魚の鮮度保持のために使用しても、天日下で乾燥することによって急激に筋肉中の CTC が減耗するので、製品肉中の CTC の残存量についてはそれほど心配しなくても良いことが想像される。

(3) 乾燥中の CTC の減少

7 月の直射日光下で乾燥した場合と日陰で乾燥した場合の筋肉中の CTC 量の減少を比較した結果を第 3 図に示す。



第 3 図 塩イカを日干した場合と陰干した場合の CTC 量及び水分量の変化

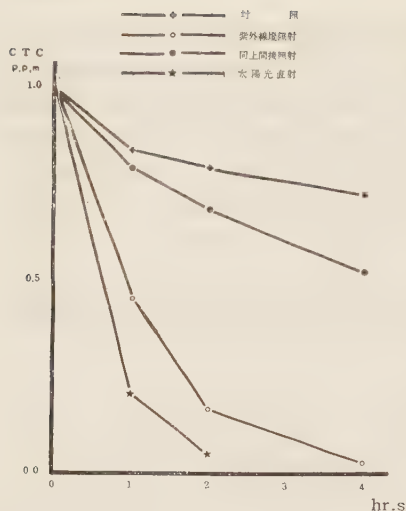
乾燥開始時に 0.99mcg/gr の CTC を含む塩干イカ肉中の CTC 量は、乾燥 1 時間後には直射日光下のは 0.48mcg/gr と約 50 % に減少したにもかかわらず、日陰で乾燥したものは 0.93mcg/gr でその減少の割合は小さい。また 3 時間後においては直射日光下で乾燥したものは 0.10mcg/gr と約 10 % に減少したのに対し陰干のものは 0.55mcg/gr と 50 % 程度の減少である。また、この間の水分量は両者の間には殆んど差がないので、このような乾燥中の CTC の著しい減少は恐らく日光によるものであると推定される。なお乾燥中の魚体表面温度は直射日光下のもは約 40 °C、日陰のものは約 30 °C であり、CTC の破壊に及ぼす温度の影響も考えられるがその差は第 5 図からも見られるように温度による影響以上の差を示めている。

(4) 紫外線及び放置温度の CTC に対する影響

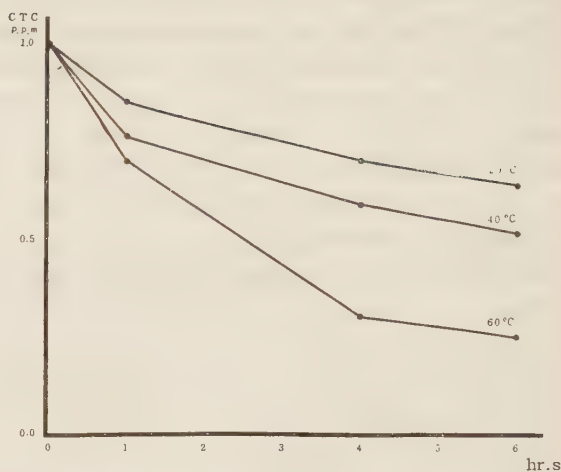
前記の推定を確実にするために、1p. p. m の CTC 水溶液 (pH5.8) を直射日光下と日陰に置き、1 時間後に CTC 量を測ったところ直射日光下においたものは 0.17p. p. m と激減していたが、日陰においたものは 0.79p. p. m に減少しただけであった。以上の結果直射日光は急速に CTC を減耗させることが判明したので、更に直射日光の中でもこの大きな原因と見られる紫外線照射の影響を調べた。

この結果は第 4 図に見られるように、紫外線灯照射 1 時間後には 1p. p. m の CTC は 0.45p. p. m と急激に減少しており、4 時間後にはほとんど消失している。図に間接照射とあるのは紫外線灯から発生すると見られるオゾンの影響を見るために、シャーレの上部を黒い硝子で遮蔽し紫外線の直接照射のみをさそうけたものである。これも対照に比較しその減少が幾分か多いが、この原因については果してオゾンによるものか否かは今後研究して見なければはつきりしたことは云えない。

また第 5 図は放置温度の影響を見る為に 1 p. p. m の CTC 溶液 (pH5.5) を所定の温度の孵卵器中 (暗黒) に放置した場合の結果であるが、この結果と対比すると上記の諸実験 (対照 (暗黒下) (4 時間)) の減耗は恐らく放置温度の影響と思われる。また第 5 図からも明らかなように、これらの CTC 溶液中の CTC



第4図 CTC 水溶液の光線による減耗

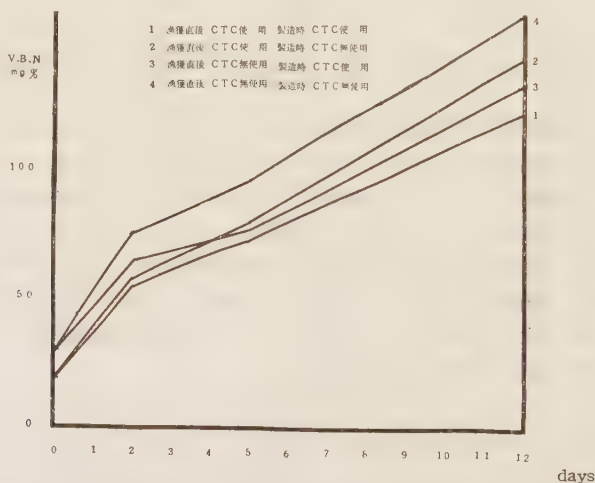


第5図 CTC 水溶液の放置温度による減耗

は温度の上昇によってその減耗が甚しいが、塩干品製造の場合の乾燥温度と見られる $20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ の範囲ではその減耗速度はそれ程大きくはない。

(5) CTC 処理時期の影響

漁獲直後に 10p. p. m の CTC 液に30分浸漬したものと無処理のものを原料魚として塩干イカを製造した場合の効果を図6に示す。



第6図 CTC 使用時期による製品の揮発性塩基量の変化

すなわち漁獲後約24時間経過した乾燥開始時における筋肉中の揮発性塩基窒素量は CTC 処理を行つたものは $18.4\text{mg}\%$ であるのに対し、無処理のものは $29.1\text{mg}\%$ でかなりの鮮度の差を示していた。また乾燥終了後5日間貯蔵した結果は CTC 処理を漁獲直後から実施し、更に塩漬時に CTC 処理を行つたものもつとも良好で、次に塩漬時にのみ CTC 処理を行つたもの、漁獲直後にのみ CTC 処理を行つたもの、全く無処理のものの順に良好であった。また漁獲直後にのみ CTC 処理を行つたものと製造時にのみ CTC 処理を行つたものとの比較は漁獲から製造終了時迄の貯蔵法、期間、温度、乾燥法等によって影響されるので一概には言えないが、この実験では製造時に CTC 処理をしたものの方が良好であった。

また CTC 10p.p.m を含む 10%食塩水に浸漬後 3 日間約 0°C に貯蔵した場合の塩イカの揮発性塩基窒素量は夫々 37.6mg%, 20.7mg% と差を示しており、これを塩干イカに製造した場合、製品の貯蔵 3 日後には対照の 55.3mg% に対して 38.7mg% と当然のことながら製造時に CTC 処理を行つた効果を見せている。

IV. 考察及び結論

実験(1)(2)から明らかなように、塩干品を製造する場合の CTC 処理の製品に及ぼす保蔵効果は乾燥条件によつて異なっており、陰干を行つた際には CTC の防腐効果が認められたが、直射日光下において日干した際には無処理のものと比較し顕著な効果は認められない。またこの場合の CTC 残存量を比較して見ると(2)の場合には乾燥によつて急激に CTC 量が減少している。このため製品に対する CTC の防腐効果が認められなかつたと推定されるが、この原因については(3)(4)から明らかなように主として乾燥中の紫外線の影響によつて、附着浸透した CTC が破壊されたためであろうと思われる。勿論この場合にはこのような紫外線の影響の外に直射日光下における温度の上昇という影響が見られるが、普通天日乾燥の場合はそれ程著しい温度の上昇はなく、精々気温より 10°C 内外の上昇程度(丸一, 1959)であると思われるので、肉表面の温度も 40°C 前後と思われ、第 5 図からも明らかなように温度上昇の影響よりは紫外線の影響の方が大きいことが予想される。また塩干品製造の際には乾燥中にほとんど大部分の CTC が失われ、特に直射日光下で乾燥する場合にはその影響が甚しく、わずかに残つた CTC だけがその後の貯蔵力に影響するように思われる。それ故天日乾燥の場合には、塩漬時に CTC 処理を行つてもそれ程の効果は期待出来ないで、原料魚に CTC 処理を行い、原料の鮮度を保つた方がむしろより効果的と思われる。しかし乾燥時に雨天その他で紫外線量の少ない場合には、乾燥中及びその後の製品の鮮度保持には効果的であることは(5)の実験でも明らかである。また塩干品特に生干品を作る場合は原料の鮮度が大きく製品の品質に影響するものであるから、CTC の使用その他によつて原料の鮮度保持を計ることが必要であるが、この場合原料魚の鮮度保持に相当多量の CTC を使用しても、天日乾燥の場合は紫外線によつて CTC の大部分が急速に減耗するので、製品中への残存についてはほとんど心配はないものと思われる。また CTC を水溶液にした場合は、光線の影響を受けなくても第 4, 5 図に示すように減耗するが、紫外線の影響は特に強く受け易いので、使用の際にはなるべく紫外線の照射を受けないよう充分な関心を払うことが必要である。

V. 摘 要

1. 塩干イカを製造する場合の CTC 使用の効果について検討した結果、陰干の場合にはその後の製品の貯蔵にも効果的であるが、直射日光下で乾燥する場合にはその効果は極めて少い。
2. 直射日光下で乾燥する場合には CTC が急激に減少するが、その原因は主として紫外線の影響によるものと思われる。
3. 一般に塩干品の場合には乾燥中に CTC が急激に減少するので、製造時に CTC を使用するよりは原料魚の鮮度保持に使用することが効果的であり、製造時に使用する場合には、乾燥条件によつて製品その後の腐敗防止の効果が左右されるので考慮する必要がある。

参 照 文 献

- 富山哲夫・野村 稔・黒木俊一 (1955). Aureomycin によるイワシの鮮度保持 日水会誌, 21 (4): 262—266.
- 野口栄三郎・木 崎 一 (1954). 湯煮品, 半乾品, 焼魚, 煉製品の製造地理学的研究. 日水研年報, No. 1: 219—223.
- 富山哲夫・小林邦男・米 康 夫 (1959). 組織中のクロルテトラサイクリンの簡易 Cylinder plate 法. 日水会誌, 24 (11): 937—942.
- 丸一 禎 蔵 (1959). 魚類の乾燥, 食品工業 2 (10).

日水研年報, (5): 177-183, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5): 177-183, 1959.

1957・58年度における日本海の放射能による汚染調査

永 原 正 信・野 口 栄 三 郎

Radiological Survey of the Japan Sea in 1957 and 1958

BY

MASANOBU NAGAHARA AND EIZABURO NOGUCHI

Abstract

Since 1957 radiological surveys have been carried out for the purpose of investigating the degrees of radioactive contamination in the neighboring seas of Japan, and the writers participated in this program with the research of the Japan Sea in their charge. The results of these surveys made in 1957 and 1958 are as follow.

1. In general, the radioactivity of sea water is low, but the level of contamination of sea water in 1958 is increased than in 1957, and the contamination level of the Japan Sea water is comparatively higher than that in the Pacific side of Japan. The survey on the horizontal distribution of radioactivity shows the high contamination to be detected in the turning point of the warm Tsushima current and in the coastal region of Primorskaya.

2. The radioactivity of the plankton increased in 1958 than in 1957 in parallel with the sea water. and comparatively high radioactivity was detected from the plankton hauled in far off at sea.

3. The radioactivity of the bottom fish is very low, and the level of contamination of the benthos is low similarly, but the radioactive contamination of the latter may be said to be increasing as the number of observed values over 3σ in 1958 is increasing than in 1957.

緒 言

日本海の放射能汚染については既に菱田, 山本 (1956, 1957) の報告があるが, 主として経ヶ岬北西の調査結果のみであり, また日本海のプランクトン等の海洋生物についての報告も殆んどなされていない。そこで我々は1957年以降国土汚染調査の一環として, 新潟沖担当定線上の海水及びプランクトン等の海洋生物, 海底沈積物等の放射能測定を分担実施し, その結果の要約については既に報告 (昭和32年度水産関係放射能調査年報, 1958年7月) したのものもあるが, 取敢えず57年及び58年度の調査結果を取纏めて報告する。

この報告に当つて試料の採取に御尽力を頂いた日本海区水産研究所開発部及び試験船第2 旭丸, 銀山丸, 蒼鷹丸, 俊鷹丸の乗組員一同, 試料の採取, プランクトンの同定等を担当して頂いた開発部深滝技官, 調査方法等に御指導御協力を得た東海区水産研究所の中井資源部長, 深井技官に厚く感謝の意を表する。

調 査 方 法

試 料 の 採 取

定線上の試料は両年度とも調査船第2旭丸を使用し、定線外のものについては1957年度は新潟県試験船銀山丸の外水産庁調査船蒼鷹丸の海洋観測の際、及び1958年度は同俊鷹丸の海洋観測に便乗して表面海水の採水を行い供試材料とした。海水、プランクトン、ペントス、海洋沈積物等の採取方法は関係官庁で協定した放射能調査実施要領の規定によつた。

試料の測定方法

原則として科学技術庁1957年発行の放射能測定法によつた。用いられた放射能計数装置は医理学研究所製の ALOKA, DC-3型 (10進型) で、計数管は科研製 B2LI 型であり、マイカー窓の厚みは1.8mg/cm² のものを使用し、窓からの距離は約10mmとし、比較試料としては科研製 U₃O₈ (500d. p. s.) を用いて参考 (1957年9月以降実施の分) とした。

結 果 及 び 考 察

(1) 海水の放射能

1957, 58年度に実施された日本海の海水放射能の調査結果は第1, 2表に示すようである。全体的に放射能は微弱で、2.5cpm/Lを越えるものはないが、標準偏差の3倍以上の数値を示し、明らかに放射能を示すと

第 1 表 海水の放射能調査結果 (1957年度)

試料 番号	緯 度 (N)	経 度 (E)	深度	採水月日	測定月日	試料計数率 (cpm/L)	水 温	塩素量 ‰	備 考
				1957	1957				
1	41°-15'	131°-55'	0	6-28	7-26	0.5±0.2	17.5	18.73	蒼鷹丸 マイカ 窓2.4mg/cm ²
2	41°-37'	131°-58'	〃	6-29	7-29	1.1±0.2	14.9	18.74	
3	40°-59.5'	134°-44'	〃	7- 9	8- 1	0.5±0.2	15.6	18.73	
4	40°-17'	135°-40'	〃	7- 9	8- 3	1.1±0.2	16.5	18.77	
5	39°-55'	136°-04'	〃	7- 9	8- 8	2.3±0.3	17.6	18.85	
6	39°-34.2'	136°-25'	〃	7- 9	8- 8	1.0±0.2	19.6	19.08	
7	39°-14'	137°-00'	〃	7-10	8- 8	—	19.6	19.10	
8	41°-41'	135°-42'	〃	7-11	8-23	0.3±0.3	15.5	18.74	
9	42°-20'	136°-35'	〃	7-11	8-28	1.1±0.2	15.4	18.72	
10	42°-04'	137°-01'	〃	7-11	9- 3	0.3±0.3	17.1	18.62	
11	37°-58'	139°-02.5'	0	8-10	9- 5	0.2±0.3	24.4	13.89	第 二 旭 丸
12	〃	〃	25	8-10	9- 7	0.3±0.3	22.3	18.74	
13	38°-28'	138°-17'	0	8-10	9- 9	2.3±0.3	24.2	18.63	
14	〃	〃	50	8-10	9-10	0.8±0.3	16.9	19.11	
15	38°-59'	137°-27.5'	0	8-11	9-12	0.8±0.3	23.4	18.67	
16	〃	〃	50	8-11	9-14	0.1±0.2	15.86	18.97	
17	39°-29'	136°-37.5'	0	8-11	9-17	0.6±0.3	22.8	18.79	
18	〃	〃	50	8-11	9-19	0.6±0.3	10.71	19.03	
19	38°-23'	138°-25'	0	9-10	10- 2	0.1±0.3	23.8	18.15	
20	38°-30'	138°-15'	0	9-10	10-10	0.8±0.3	23.2	18.35	
21	38°-42'	137°-55'	0	9-10	10-14	0.5±0.3	24.1	18.17	銀 山 丸
22	39°-03'	137°-15'	0	9-10	10-17	0.5±0.3	22.4	18.26	
23	38°-27'	138°-20'	〃	10-11	10-28	0.8±0.3	21.0	18.44	
24	38°-30'	138°-15'	〃	10-11	10-28	0.4±0.3	21.0	13.08	
25	38°-36'	138°-05'	〃	10-11	10-31	0.8±0.3	20.1	18.47	

第1表 続き

26	38°-42'	137°-15'	〃	10-11	11- 6	0.6±0.3	19.8	18.53	銀 山 丸
27	37°-58'	139°-03'	0	12-12	1958 1-28	1.3±0.3	15.3	18.24	第二旭丸 マイ カ窓2.4mg/cm ²
28	〃	〃	30	12-12	1958 1-24	0.3±0.3	15.99	18.45	〃
29	38°-04'	138°-51.5'	0	12-12	1957 12-31	0.9±0.2	16.1	18.66	〃
30	〃	〃	50	12-12	1958 2- 3	0.9±0.3	16.60	18.69	〃
31	38°-28'	138°-17'	0	12- 2	1957 12- 9	0.3±0.3	16.1	18.66	〃
32	〃	〃	50	12- 2	1957 12-31	0.7±0.3	-	18.68	〃

第 2 表 海水の放射能調査結果 (1958年度)

試料 番号	緯 度 (N)	経 度 (E)	深度	採水月日	測定月日	試料計数率 (cpm/L)	水 温	塩素量 ‰	備 考
1	37°-58'	136°-12.5'	0	8- 2	8-21	1.4±0.3	25.5	8.5	第二旭丸 マイ カ窓1.8mg/cm ²
2	〃	〃	25	8- 2	8-21	1.0±0.3	23.65	18.8	〃
3	38°-28'	138°-17'	0	8- 2	8-22	1.2±0.3	24.5	18.6	〃
4	〃	〃	50	8- 2	8-23	0.3±0.3	17.25	19.1	〃
5	38°-57'	137°-27.5'	0	8- 3	8-21	2.4±0.3	24.1	18.9	〃
6	〃	〃	50	8- 3	8-20	0.3±0.3	15.84	19.1	〃
7	39°-29'	136°-37.5'	0	8- 3	8-20	2.1±0.3	23.7	18.7	〃
8	〃	〃	50	8- 3	8-20	0.6±0.3	9.17	18.9	〃
9	40°-28'	135°-24'	0	9-23	9-30	0.5±0.3	21.5	18.37	俊 鷹 丸
10	38°-44.5'	138°-00.5'	〃	9-24	10- 7	1.8±0.3	23.6	18.36	〃
11	40°-07'	135°-52.5'	〃	9-23	10-15	2.0±0.3	21.7	18.33	〃
12	39°-44.3'	136°-23'	〃	9-24	10-16	0.9±0.3	20.3	18.63	〃
13	42°-16.5'	135°-49'	〃	9-22	10-20	0.7±0.3	18.2	18.70	〃
14	42°-13.0'	136°-51'	〃	9-21	10-22	1.5±0.3	18.7	18.74	〃
15	42°-14.0'	134°-51'	〃	9-22	10-25	1.4±0.3	18.1	18.71	〃
16	41°-31.0'	135°-53.5'	〃	9-22	10-29	1.0±0.3	19.4	18.78	〃
17	40°-32'	134°-22.5'	〃	10- 2	10-30	1.2±0.3	17.7	18.66	〃
18	41°-37'	133°-02'	〃	10- 3	10-31	2.0±0.3	15.4	18.65	〃
19	38°-19'	133°-19'	〃	10- 5	11- 1	1.2±0.3	20.2	18.27	〃
20	39°-03.5'	132°-56'	〃	10- 4	11- 4	0.8±0.3	18.8	18.58	〃
21	39°-46'	132°-30'	〃	10- 4	11- 5	1.1±0.3	18.3	18.50	〃
22	41°-07'	133°-24'	〃	10- 3	11- 6	1.2±0.3	15.9	18.85	〃
23	40°-12'	133°-05'	〃	10- 4	11- 7	1.0±0.3	18.1	18.54	〃

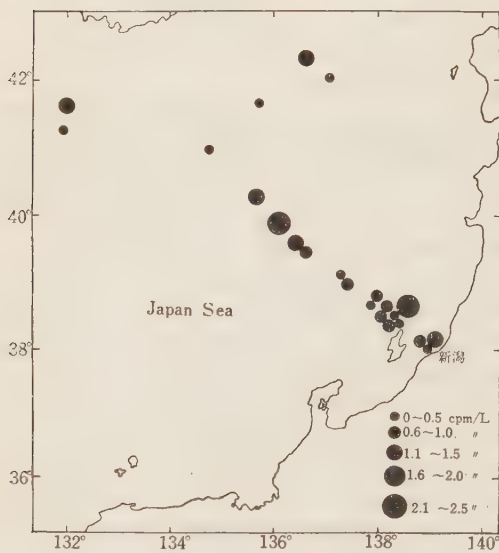
思われる試料は、57年度は32点中11点 (34%) で、58年度は23点中17点 (74%) であった。同年度に東海区水研 (1959) で行つた太平洋側の調査結果と対比すると、計測器具や測定方法の差異もあるのて同一に論することは出来ないが、太平洋側の試料では有意の差を示すものが極めて少く、しかも 1cpm/L を越すものも極めて少い点から見ると、日本海側の海水の放射能レベルは太平洋側に比較して高かつたといふことが出来るようである。また57年度と58年度とを比較すると有意の差を示す試料数が増加しているばかりでなく、海

水1L当りの放射能の級別出現率を見ると第3表に示すようで、58年度は57年度に比較して明らかに放射能が増加し、その程度は極めて小さいけれども汚染増加の傾向にあると云える。

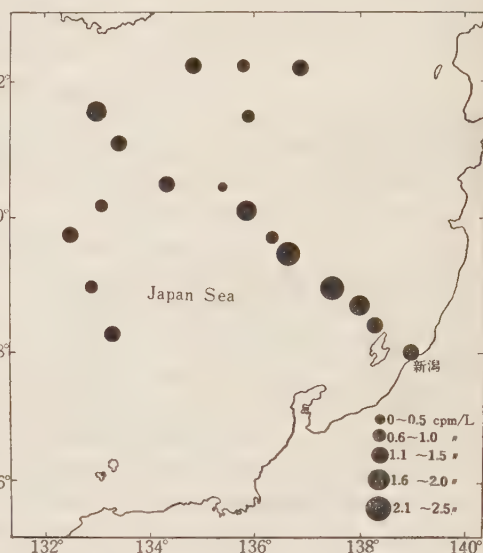
また表面海水と50m層の海水との比較はこの調査では両年とも表面海水の方が高いが、この原因は明らかではない。表面海水の放射能の地域的変化は第1図、第2図に示すようで、両年とも対馬暖流の沖合及び沿岸分岐に対応すると思われる地点及び沿海州沖となるに従い高い傾向を示している。

第3表 海水放射能の級別出現頻度

	昭和32年度	昭和33年度
cpm/L		
0~0.9	24点 (78%)	7点 (30%)
1.0~1.9	5" (16")	12" (52")
2.0~2.9	2" (6")	4" (18")
総 数	31点 (100%)	23点 (100%)



第1図 表面海水の放射能 1957年



第2図 表面海水の放射能 1958年

(2) プランクトンの放射能

プランクトンは57年8月4試料、12月3試料、58年8月4試料、10月1試料を採取分析し、その結果は第4表に示すようである。いずれも水平曳で採取したもので、57年及び58年8月採取の1試料(植物プランクトンが主)を除いては矢虫類、端脚類等の混合プランクトンである。また58年10月の1試料はサルバが主体のものである。海水に比較して割合にカウント数が高く、灰分500mg当り8.3~155cpmを示している。年次別、地点別のプランクトンの放射能を図示すると第3図に示すように海水と同様、1958年のものは1957年のものに比較して明らかに放射能が高くなっている。また地域別の関係を見ると東海区水研で行った太平洋側の場合と同様沖合に到るほど高い数値を示している。この原因がプランクトンの種類によるものであるか、或は海水の放射能レベルの差によるものであるか否かはわからない。また太平洋側のプランクトンとの比較は試料数も少く比較は困難であるが、太平洋側の平均値(東海区水研、1959)が第1次18.6cpm(57年10月)、第3次39.8cpm(58年11月)であるのに対比すると海水と同様矢張り日本海側の値は一般的に云つて高いような結果を示している。

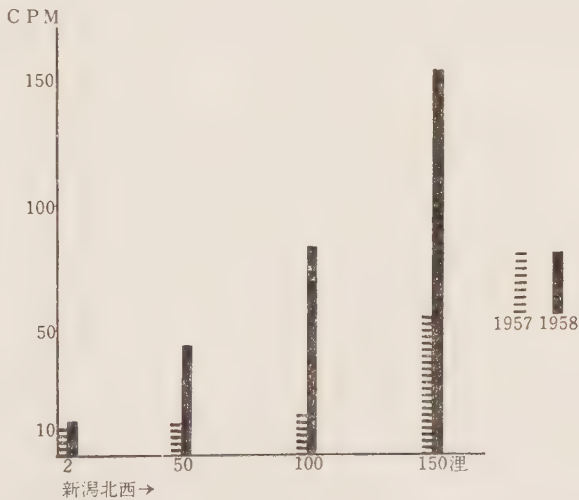
(3) ネクトン及びベントスの放射能

ネクトン及びベントスはいずれも新潟北西2哩の地点でビームトロールにより採取したものであるが、その調査結果は第5表に示す通りである。

第 4 表 プランクトンの放射能調査結果 (1957年度及び1958年度)

(カリウムは東海区水研で分析)

緯 度 (N)	経 度 (E)	採 集 年月日	採集 深度	種類及 び部分	測 定 年月日	灰 分 (乾物 当り %)	(灰分 中%) カリウ ム含量	灰分500mg 当り cpm	カ リ ウ 補 正 値	(除カリ ウム 灰分500mg cpm)	備 考
37°-58'	139°-02.5'	1957 8-10	0	植 物	1957 9-26	96.5	0.65	11.3±1.4	0.7	10.6	第二旭丸 マイカー窓 2.4mg/cm ²
38°-28'	138°-17'	8-10	0	混 合	9-27	19.4	2.53	16.3±1.5	2.9	13.4	"
38°-59'	137°-27.5'	8-10	0	"	9-30	14.8	1.49	17.3±1.4	1.7	15.6	"
39°-29'	136°-37.5'	8-10	0	"	9-26	87.2		56.0±1.9			"
37°-58'	139°-03'	12-12	"	"	1958 2-10	38.7	1.10	8.3±1.3	1.2	7.1	"
38°-04'	138°-51.5'	12-12	"	"	1958 2-10	32.9	1.30	11.3±1.4	1.4	9.9	"
38°-28'	138°-17'	12- 2	"	"	1958 2-10	41.0	1.46	8.9±1.4	1.6	7.3	"
37°-58'	139°-12.5'	1958 8- 2	"	植 物	1958 10- 6	45.0	0.92	14.0±1.5	1.0	13.0	マイカー窓 1.8mg/cm ²
38°-28'	138°-17'	8- 2	"	混 合	10- 7	25.8	1.69	45.5±1.8	1.9	43.6	"
38°-57'	137°-27.5'	8- 3	"	"	10- 6	24.4	1.06	83.6±2.1	1.2	82.4	"
39°-29'	136°-37.5'	8- 3	"	"	10- 7	38.2	0.81	155.0±2.6	0.9	154.1	"
40°-12'	133°-05'	10- 3	"	サルバ	11-17	46.2	0.59	44.0±1.8	0.7	43.3	俊 鷹 丸



第 3 図 プランクトンの年度別地点別の放射能 (灰分500mg当り)

表からも明らかなようにネクトン及びベントスともにその放射能レベルは一般に低く、57年度実施の試料には 3σ を越えるものがなく、58年度においても 3σ を越えるものは試料18点中9点(50%)である。 3σ を越えるものも、その数値は灰分500mg当りカリウム計数率で補正した場合には6cpm以下を示す状態であった。この場合 3σ を越えるものもその大部分はベントスであつて、ネクトン(魚)には極めて少く、底魚類の放射能レベルが極めて低いことは注目する。ベントス類はその数値は上述したように極めて小さいが、 3σ を越えるものが58年度に増加しており、この現象は東海区水研(1959)で行つた東京湾及び房総沖の調査結果とにている。

第 5 表 ベントス類の放射能調査結果 (1957年度及び1958年度)

(カリウムは東海区水研で分析)

緯 度 (N)	経 度 (E)	採 集 年月日	採 集 深 度	種 類 及 び 部 分	測 定 年 月 日	灰 分 (乾物 %)	(灰分 中%) カリウ ム 含 量	灰分500mg 当 cpm	カ リ ウ 補 正 値	(除カリ ウム 灰分500mg cpm)	備 考
37°-58'	139°-03'	1957 12-12	32m~42	稚 巻 貝	1958 2-6	69.4	0.09	1.1±1.2	0.1	1.0	第二旭丸 マイカー窓 1.8mg/cm ²
"	"	"	"	稚 二 枚 貝	2-7	81.9	0.30	2.0±1.3	0.3	1.7	"
"	"	"	"	稚 ガザミ	2-8	46.4	0.30	2.2±1.2	0.3	1.9	"
"	"	"	"	ア カ エ ビ ワ タ リ ガ ニ	2-8	26.0	0.63	1.8±1.2	0.7	1.1	"
"	"	"	"	オ ニ テ ツ ポ エ ビ 他 8 種	2-10	30.7	0.57	1.5±1.3	0.6	0.9	"
"	"	"	"	ク モ ハ ゼ サイウオ2	2-10	25.5	0.74	3.9±1.3	0.8	3.1	"
"	"	1958 8-2	30~40m	シ ヤ コ 皮	9-2	32.5	0.5	5.3±1.4	0.6	4.7	"
"	"	"	"	" 肉	9-2	11.1	3.41	5.8±1.4	3.8	2.0	"
"	"	"	"	ア カ エ ビ 皮	9-4	28.6	0.58	6.6±1.4	0.6	6.0	"
"	"	"	"	" 肉	9-4	10.2	1.80	7.8±1.4	2.0	5.8	"
"	"	"	"	オ ニ テ ツ ポ ニ	9-4	20.2	0.72	6.4±1.4	0.8	5.6	"
"	"	"	"	マ コ ガ レ イ	9-26	12.1	0.14	4.2±1.4	0.2	4.0	"
"	"	"	"	二 星 イ シ ガ	9-29	33.2		3.0±1.4			"
"	"	"	"	ユ シ モ チ コ	9-27	18.8	0.13	4.9±1.4	0.1	4.8	"
"	"	"	"	イ ト ヒ キ ハ	9-27	17.3		2.9±1.3			"
"	"	"	"	テ ン ジ ク ダイ	9-29	32.7		1.7±1.3			"
"	"	"	"	" 肉	9-30	8.2		3.4±1.4			"
"	"	"	"	ア カ ハ ゼ 5cm>	10-2	18.3		3.8±1.4			"
"	"	"	"	ア カ ハ ゼ 骨 15cm<	9-30	26.8		2.4±1.3			"
"	"	"	"	ア カ ハ ゼ 肉 15cm<	9-30	7.5		2.5±1.3			"
"	"	"	"	ミ シ マ オ コ ゼ	10-2	23.5	0.11	4.4±1.3	0.1	4.3	"
"	"	"	"	ガ ン ゴ ヒ ラ メ	9-26	32.3		0.4±1.3			"
"	"	"	"	" 肉	9-26	7.2		3.1±1.4			"
"	"	"	"	ヌ メ リ ゴ チ	10-1	18.2	0.13	4.7±1.3	0.1	4.6	"

(4) 海 底 沈 積 物

海底沈積物も新潟沖2哩の地点で採取したもので、その結果は第6表に示すが、いずれも有意の値を示している。沈積灰化物500mg当りのカウント数は57年12月23cpmに対して58年8月は6cpmと減少している。海水、プランクトン、ベントス等の放射能が一般に増加しているにもかかわらず、海底沈積物のみが減少していることについては試料数も少くその原因はわからない。

第 6 表 海底沈積物の放射能調査結果 (1957年度及1958年度)

緯 度 (N)	経 度 (E)	採 取 年 月 日	採取深度	種 類	測 定 年 月 日	沈 積 灰 化 物 500mg cpm	備 考
37°-58'	139°-125'	1957 12-12	35m	泥	1958 1-27	23.8±1.5	第二旭丸・マイカー窓 1.8mg/cm ²
"	"	1958 8- 2	34m	泥	8-24	6.2±1.3	"

摘 要

- (1) 1957及58年度に実施した新潟沖定線及び海洋観測の際採取した海水、海洋生物及び海底沈積物放射能の調査結果を述べた。
- (2) 海水の放射能レベルはまだ一般に極めて低いが、57年度に比較して58年度は増加している。また太平洋沿岸の調査結果よりは高いような傾向を示し、更に地域的には対馬暖流の分岐点及び沿海州沖合が高い。
- (3) プランクトンも海水と同様放射能が増加している。またその放射能は海水、ベントス等に比較して最も高く、更に沿岸部より沖合のもの程高くなる傾向を示している。
- (4) 底魚の放射能レベルは極めて低い。ベントスも割合に低いが海水、プランクトン等と同様有意の差を示すものが増加し、汚染の増加が見られる。
- (5) 海底沈積物については試料数が少いので比較は困難であるが58年度は57年度に比較して減少している。

文 献

- 菱田・山本 (1956・1957). 海と空、経ヶ岬沖における海水放射能について. 34 (4).
- 東海区水研 (1959). 昭和32年度水産関係放射能調査年報及び昭和33年度東海区水研放射能調査成績書.

当研究所員によつて本研究年報以外の出版物に発表された報文一覧表

(1959年1月～12月)

- 深 滝 弘：日本海産重要魚類卵・稚仔の周年にわたる出現および生態について——Ⅰ。
対馬暖流水域におけるサンマ卵・稚仔の出現・分布。日水研研報，(7)：17—42。
- 福井時次郎・小川良徳：再び石川県地方産メダカの臀鰭軟条数の変異について。金沢大学教育学部紀要，(7)：114—118。
- 伊藤勝千代：但馬に漂着したアカウミガメ。採集と飼育，21 (9)：287。
- 伊藤勝千代：ズワイガニに見られる自切並びに再生脚の出現割合について。但馬の生物，(10)：4—7。
- 伊 東 祐 方：硬骨魚類の産卵時刻について。日本生態学会誌，9 (3)：116—120。
- 加 藤 昌・下村敏正：日本海特有の D.S.L. についての2, 3の知見。日水研研報，(7)：67—83。
- 町 中 茂：日本海におけるスルメイカ標識放流結果について。日水研研報，(7)：57—66。
- 宮田和夫・下村敏正：春季における北部日本海の諸冷水域の変動について。日水研研報，(7)：1—16。
- 宮 田 和 夫：対馬暖流の四季と北部日本海春の大羽いわし漁況予報。日水研パンフレット，No. 8。
- 永 田 俊 一：日本海におけるブリ標識放流結果について。日水研研報，(7)：43—55。
- 永 田 俊 一：日本海のブリ標識放流。ていち，(21)：14—29。
- 西村三郎：越冬マサバの摂餌生態に関する一知見。日本生態学会誌，9 (1)：16—20。
- 西村三郎：エチゼンクラゲの大発生。採集と飼育，21 (7)：194—202。
- 西村三郎：佐渡でとれたオサガメ。採集と飼育，21 (8)：254—256。
- 野口栄三郎：塩干品に発生する白斑，結晶等について。第7回日本海水試利用担当者会議研究録輯，57—63。
- 野口栄三郎：煉製品原料から見た日本海の底魚資源。水産煉製品ハンドブック，39—43。
- 野口栄三郎：原料魚の鮮度保持。水産煉製品ハンドブック，136—143。
- 野口栄三郎：原料の化学（サンマ，サバ及びイワシ）。水産煉製品ハンドブック，163—170。
- 野口栄三郎：煉製品の品質保持。水産煉製品ハンドブック，269—284。
- 野口栄三郎：魚肉に及ぼす水の影響。冷凍，34 (384)：18—32。
- 小川良徳・名角辰郎：カラフトマスの胃中から得たホッケの稚魚について。日水誌，24 (11)：893—895。
- 下村敏正：1958年秋，対馬暖流系水におけるエチゼンクラゲの大発生について。日水研研報，(7)：85—107。
- 下村敏正：ルース台風（1951）と海況漁況。日水研研報，(7)：108—118。
- 内 橋 潔・西村章作：次第浜を中心とした日本海の砂丘地漁村。新潟県における砂丘集落の一つ，次第浜の調査。昭和34年3月，新潟県農林部発行。
- 内 橋 潔：十三における常民の生活。青森県における砂丘集落の一つ，十三の調査。昭和34年11月，青森県水産商工部発行。
- 山 中 一 郎：米国における水産資源研究体制。日水研調査資料，No. 6。

株式会社 第一印刷所
新 潟 市